



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución-
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



Solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de *Fusarium* sp., en el cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.) en Lamas – San Martín – Perú

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

AUTOR:

Bach. Marlith Sangama Sangama

ASESOR:

Ing. Eybis José García Flores

Tarapoto – Perú

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA




Solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de *Fusarium* sp., en el cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.) en Lamas – San Martín – Perú

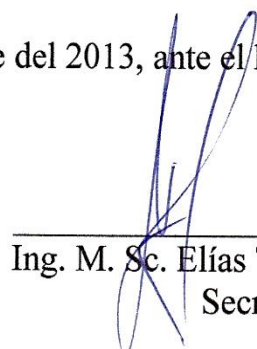
Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo

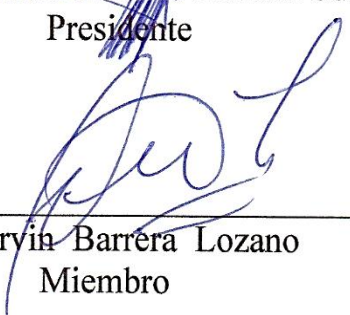
AUTOR:

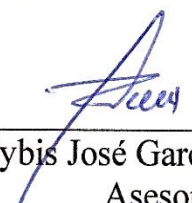
Bach. Marlith Sangama Sangama

Sustentada y aprobada el día 5 de diciembre del 2013, ante el honorable jurado:


Ing. Dr. Luis Alberto Leveau Guerra
Presidente


Ing. M. Sc. Elías Torres Flores
Secretario


Ing. Marvin Barrera Lozano
Miembro


Ing. Eybis José García Flores
Asesor

Declaratoria de autenticidad

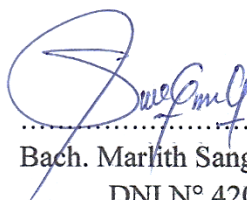
Marlith Sangama Sangama, identificado con DNI N° 42000094, bachiller de la facultad de Ciencias Agrarias Escuela Profesional de Agronomía, de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, con la tesis titulada **Solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de *Fusarium* sp., en el cultivo de culantro (*Coriandrum sativum* L.) en Lamas – San Martín, Perú.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiado; es decir no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios de plagio, falsificación, entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven sometiéndonos la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 05 de diciembre del 2013



.....
Bach. Marlith Sangama Sangama
DNI N° 42000094



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	SANGAMA SANGAMA MARLITH		
Código de alumno :	021040	Teléfono:	951675228
Correo electrónico :	alfax1978@hotmail.com		DNI:

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Profesional de:	AGRONOMIA

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	SOLARIZACIÓN Y BIOFUMIGACIÓN CON APLICACIÓN DE ABONO VERDE PARA EL CONTROL DE FUSARIUM SP EN EL CULTIVO DE CULANTRO (CORIANDRUM SATIVUM L.) en Iquitos - San Martín - PERU
Año de publicación:	2013

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

27 / 12 / 2018



Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

El trabajo lo dedico a Lucas Paolo, Dylam Alexis y Taylor Alexis y a Pedro Pablo cuatro personas importantes en mi vida, mis hijos y mi compañero incondicional, parte de mi vida y motivo de mi superación.

Mis queridos padres, Edmundo y Norma por su apoyo incondicional y desinteresado durante la formación de mi carrera profesional.

A mis hermanos Wilman, Cayo, Caleb y Josué porque me dieron su apoyo moral en mis metas trazadas.

Agradecimiento

Al Ing. Eybis José. García Flores, docente asociado de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, patrocinador de la presente tesis, por su constante interés en la investigación, fue el que me orientó en el desarrollo del trabajo de investigación, brindándome toda su experiencia en el campo de la agronomía.

Al Ing. Jorge Peláez Ribera, propietario del Fundo el pacifico en la provincia de Lamas, gracias por todo el apoyo que me brindó durante la ejecución de mi proyecto de tesis y por cederme su campo hortícola.

Así mismo a todos los profesionales que han contribuido y aportado de una u otra forma con su conocimiento para culminar el presente trabajo de investigación.

A la plana docente de la Facultad de Ciencias Agrarias por sus enseñanzas y orientaciones que moldearon mi formación profesional.

A los señores miembros del jurado por aquel tiempo y dedicación a la revisión de este trabajo de investigación.

Índice general

Pág.

Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice general	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xii
Resumen	xiii
Summary	xiv
 INTRODUCCIÓN	 1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	2
1.1. Origen del culantro	2
1.2. Clasificación taxonómica Botánica	2
1.3. Morfología	3
1.4. Cultivo del culantro	4
1.5. Bio fumigación	7
1.6. La solarización	13
1.7. Abonos verdes	14
1.8. Trabajos de investigación realizadas en San Martín	17
 CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	 19
2.1. Materiales	19
2.2. Metodología	19
 CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIONES	 28
3.1 En laboratorio	28
3.2 En campo	34

CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	48

Índice de tablas

Pág.

Tabla 1	Tratamientos en estudio	21
Tabla 2	Análisis de varianza del experimento	21
Tabla 3	Resultado de análisis físico y químico de los tratamientos	28
Tabla 4	Análisis de varianza para % de emergencia de plantas a los 10 días	34
Tabla 5	Análisis de varianza para número de plantas por hoyo	35
Tabla 6	Análisis de varianza para altura de plantas	36
Tabla 7	Análisis de varianza para rendimiento en kg/m ² de los tratamientos	38
Tabla 8	Análisis Económico de Los Tratamientos Estudiados	39

Índice de figuras

		Pág.
Figura 1:	Resultado de análisis nematológico en 100 cc, de suelo.	29
Figura 2:	Resultado de análisis nematológico en 100 cc, de suelo.	30
Figura 3:	Cantidad de colonias de Bacterias en 0.015 g de suelo.	31
Figura 4:	Cantidad de colonias de Bacterias en 0.015 g de suelo.	31
Figura 5:	Resultado de análisis micológico en 0.015 g de suelo.	32
Figura 6:	Resultado de análisis micológico en 0.015 g de suelo.	33
Figura 7:	Prueba de Duncan para porcentaje de emergencia ($P < 0,5$).	34
Figura 8:	Prueba de Duncan para número de plantas por hoyo ($P < 0,5$).	35
Figura 9:	Prueba de Duncan para Altura de Plantas ($P < 0,5$).	37
Figura 10:	Prueba de Duncan para Rendimiento en kg/m^2 de los tratamientos ($P < 0,5$).	38

Índice de anexos

Pág.

Anexo 1	Resultado de análisis nematológico en 100 cc de suelo en 48 horas.	49
Anexo 2:	Cantidad de Colonias de Bacterias en 0,015 g de suelo	49
Anexo 3:	Resultado de análisis micológico en 0,015 g de suelo antes de la biofumigación	50
Anexo 4:	Resultado de análisis nematológico en 100 cc, de suelo.	50
Anexo 5:	Resultado de análisis bacteriológico en 0,015 g de suelo	51
Anexo 6:	resultado de análisis micológico en 0,015 g de suelo	51
Anexo 7:	Costo de producción/Ha solarizado y biofumigado y aplicando abono verde eritrina (T ₁).	52
Anexo 8:	Costo de producción/Ha solarizado y Biofumigado y aplicando abono verde kudzu (T ₂).	53
Anexo 9:	Costo de producción/Ha solarizado y biofumigado y aplicando abono verde maleza disponible en campo (T ₃).	54
Anexo 10:	Costo de producción/Ha sin solarización y biofumigación y sin la aplicación de abono verde alguno (T ₄).	55
Anexo 11:	Diseño de parcela	56

Resumen

El *Coriandrum sativum* es una hortaliza muy utilizada en la gastronomía peruana, su producción está orientado a pequeños horticultores quienes han observado que la Chupadera y Marchitez causado por hongo *Fusarium* sp. causa pérdidas en siembras sucesivas, con el objetivo de evaluar el efecto de la solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de la enfermedad chupadera y marchitez causado por el hongo *Fusarium* sp. en culantro y al mismo tiempo evaluar en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo y microorganismos del suelo antes y después del tratamiento. Se ubicó en el Distrito y Provincia de Lamas, Región San Martín – Perú, Latitud Sur 06° 20' 15'', Longitud Oeste 76° 30' 45'', Altitud 835 m.s.n.m. y Zona de Vida Bosque seco tropical. Se experimentó bajo el diseño de bloque completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos: **T₁**: incorporación de *Eritrina* sp., **T₂**: incorporación de *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth, **T₃**: incorporación de malezas: (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensa* Chase, *Paspalum fasciculatum* willd, *Cynodon dactylon* L. etc.), **T₄**: sin incorporación de abono verde (testigo) y 03 repeticiones. La solarización y biofumigación con *Pueraria Phseoloides* (Roxb) Benth, *Eritrina* sp. y malezas (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensa* Chase, *Paspalum fasciculatum* willd, *Cynodon dactylon* L. etc.) han mejorado la emergencia, altura de planta y el rendimiento obteniendo entre 18,760 a 21,420 Kg/ha de culantro para consumo en fresco y han reducido la población de nemátodos, bacterias y hongos fitoparásitos en el suelo agrícola.

Palabras clave: marchitez, chupadera fungosa, *Fusarium*, *coriandrum*, *cylantro*.

Abstract

Coriandrum sativum is a vegetable widely used in Peruvian cuisine; its production is aimed at small horticulturists, who have observed that the Drying and Wilt caused by the fungus *Fusarium* sp. causes losses in successive plantings, with the objective of evaluating the effect of solarization and bio fumigation with application of green manure for the control of sucker disease and wilt caused by the fungus *Fusarium* sp. in culantro and at the same time evaluate the growth, development and yield of the soil culture and microorganisms before and after the treatment. It was located in the District and Province of Lamas, San Martín Region - Peru, South Latitude 06° 20' 15", West Longitude 76° 30' 45", Altitude 835 m.a.s.l. and Zone of Life Tropical dry forest. It was experimented under the design of block at random (DBCA) with four treatments: T₁: incorporation of *Erythrina* sp., T₂: incorporation of *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth, T₃: incorporation of weeds: (*Portulaca oleracea* L., extensive *Brachiaria* Chase, *Paspalum fasciculatum* willd, *Cynodon dactylon* L. etc.), T₄: no incorporation of green manure (control) and 03 repetitions. Solarization and biofumigation with *Pueraria Phseoloides* (Roxb) Benth, *Eritrina* sp. and weeds (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensive* Chase, *Paspalum fasciculatum* willd, *Cynodon dactylon* L. etc.) have improved the emergence, plant height and yield, obtaining between 18,760 and 21,420 Kg / ha. of the coriander for fresh consumption and have reduced the population of phytoparasitic nematodes, bacteria and fungi in agricultural land.

Keyword: wilt, fungus drying, *Fusarium*, *coriandrum*, coriander.



INTRODUCCIÓN

San Martín, en cuanto a la agricultura, cuenta con amplio potencial de especies cultivadas, debido a que se encuentra en la Ceja de Selva y con fisiografía variada; dentro de ellas tiene potencial para la producción de olerizas; conociendo que dentro de las especies de cultivos agrícolas sub tropicales y tropicales, las hortalizas presentan el mayor número de especies. El *Coriandrum sativum* L., conocida como “culantro” o “cilantro”, es una hortaliza que ocupa un lugar importante en la alimentación humana, por sus diversos usos en la parte culinaria e industrial; este cultivo tiene poca importancia por el desconocimiento de la oferta y la demanda en los mercados de la región San Martín y su proceso industrial, motivo por el cual no existe la presencia de grandes extensiones cultivadas.

Actualmente es una de las especias de mayores implicaciones económicas, porque tiene buen rendimiento, precios que varían de acuerdo a la oferta y la demanda, tal es así que en la provincia de San Martín durante la ejecución del presente trabajo varió desde S/ 1.00 a S/ 10.00 como verdura y la semilla de S/ 5.00 a S/ 6.00. Por otro lado, se viene observando problemas epidémicos por *Fusarium* sp. (Flores 1989; García 2003; Beteta 2003; Inga 2000), que causan pérdidas económicas hasta 100 %. Es por ello que el trabajo de investigación buscó ensayar métodos culturales de la biofumigación y físico que es la solarización, con ello controlar a patógenos que existen en el suelo y especialmente la enfermedad de chupadera y marchitez causado por el hongo *Fusarium* sp., para así obtener buen rendimiento y con calidad, contribuyendo de ésta manera a la protección del medio ambiente y evitar la aplicación de plaguicidas tóxicos que dañan la biodiversidad del suelo y la salud humana.

La tesis tuvo como objetivo general evaluar el Efecto de la solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de la enfermedad chupadera y marchitez causado por el hongo *Fusarium* sp. en culantro en la provincia de Lamas y como objetivos específicos, evaluar la incidencia y severidad de *Fusarium* sp., después de la solarización y biofumigación con aplicación de abono verde; en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo y además evaluar el efecto de la aplicación de abono verde en los microorganismos del suelo antes y después del tratamiento.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1 CULTIVO DE CULANTRO (*Coriandrum sativum* L.)

1.1. Origen del culantro.

Vallejo y Estrada (2004), reporta que es una planta originaria del norte de África y el sur de Europa. Los frutos se producen mayoritariamente en Rusia, India, América del Sur, Marruecos y Holanda. Los romanos, quienes lo utilizaban en la cocina y la medicina, lo introdujeron en Gran Bretaña y fue ampliamente utilizado en la cocina inglesa hasta el Renacimiento, se registra el uso del culantro desde hace 5000 a.c., hoy en día en el Perú se utiliza en cocina, se usa mucho para condimentar numerosos platos de cocina y constituye una hierba muy apreciada junto con otras muchas hierbas que le dan sabor y aroma a nuestros platos.

Hortus (1998), indica es importante porque se utiliza como repelente, las partes utilizables de la planta son los frutos, las hojas y las raíces, si bien éstas últimas sólo en Tailandia. Las frutas y las hojas poseen un sabor totalmente diferente, el secado destruye la mayor parte de la fragancia de las hojas, aunque existen referencias de la utilización de las mismas.

1.2. Clasificación Taxonómica.

Hassler (2018), describe la clasificación del culantro de la siguiente manera:

Reino	: Plantae
División	: Tracheophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Apiales
Familia	: Apiaceae
Género	: <i>Coriandrum</i>
Especie	: <i>C. sativum</i> L.

1.3. Morfología.

Es una planta anual, herbácea, de 40 a 60 cm. de altura, de tallos erectos, lisos y cilíndricos, ramificados en la parte superior. Las hojas inferiores son pecioladas, pinnadas, con segmentos ovales en forma de cuña; mientras que las superiores son bitripinnadas, con segmentos agudos. Las flores son pequeñas, blancas o ligeramente rosadas, dispuestas en umbelas terminales. Los frutos son diaquenos, globosos, con diez costillas primarias longitudinales y ocho secundarias, constituidas por mericarpios fuertemente unidos, de color amarillo-marrón. Tienen un olor suave y agradable y un sabor fuerte y picante. Contiene dos semillas, una por cada aquenio. Las raíces son delgadas y muy ramificadas (Morales – Payán, 2011).

1.3.1. Distribución geográfica e importancia económica

En el Perú, se siembra cultivo de cilantro para ser comercializado como verdura en los mercados, para luego ser consumidos en forma directa y como ingrediente en las comidas que se preparan en los distritos, provincias y la capital de los departamentos; se estima que en la región San Martín se consume en mayor proporción comparativamente con los demás, algunos horticultores siembran estos para la producción de semilla para luego propagarlo (Infoagro, 2012).

En la Región San Martín desde hace algún tiempo es sembrada en forma casera y restringida sólo para el consumo familiar, Con el transcurrir del tiempo, el consumo y la demanda es cada vez mayor, su comercialización se ha incrementado considerablemente para atender la demanda local principalmente como saborizante en la preparación de platos típicos y/o criollos, haciéndose necesario su comercialización en otras regiones (Puga, 2001).

En el futuro el culantro tiene la posibilidad de ser exportado a otros países como EEUU. de Norte América el cual se presenta como mercado potencial para consumo en fresco, al alcanzar especial preferencia en esos mercados; lo cual nos da posibilidades de industrialización de esta hortaliza (Infoagro, 2012).

Los principales países productores de culantro son Rusia, Marruecos, México, Argentina, India, Estados Unidos entre otros, la superficie mundial cultivada

anualmente está estimada en un área de 550.000 has. y la producción de frutos de culantro está en 600.000 Tm. aproximadamente, los rendimientos medios varían desde 442 Kg. de semilla/ha. en la India hasta los 1500 Kg/ha. en Rusia (Villalobos *et al* 2002)

1.3.2 Requerimiento de clima y suelo para el cultivo de culantro

Hortus (1998), Indica que el *Coriandrum sativum* L. requiere temperatura entre 15°C y 25°C. requiere de alta luminosidad humedad relativa moderada, y aunque puede tolerar un clima templado-cálido, en éste experimenta una notable disminución del rendimiento. La concentración de aceite esencial en frutos disminuye a temperaturas superiores de 21°C., siendo la temperatura óptima para la hinchazón del grano entre 15-18° C. Es poco exigente en suelos, pudiendo crecer en los francos, silíceo-arcillosos, algo calcáreo, permeable, profundo e incluso en los ligeramente ácidos, prefiriendo los calizos, el PH. de la tierra o el sustrato esta entre 5 y 7.5.

Normalmente crece en regiones áridas, aunque se cultiva bien bajo riego, crece hasta una altitud de 1.200 m. (García, 2 003).

1.3.3 Propagación

Hidalgo (2003), menciona que la plantación se realiza por semilla, en siembra directa sobre el terreno asentado. El peso medio de 1000 semillas es de 9,033 g. y su poder germinativo es superior al 90%, la T°. óptima para la germinación varía entre 10°C. y 20°C. y un promedio de 10 a 15 días en campo.

1.4. Cultivo

A. Plantación

Puga (2000), indica que la siembra es a choro continuo directamente en las parcelas preparadas, se separarán las filas de 50 a 60 cm. y las plantas de cada fila entre 15 a 20 cm., para la siembra se hacen agujeros en la tierra de poca profundidad y se colocan las semillas cuidadosamente; se cubre de tierra y se riega todo el semillero. Las plántulas brotarán a los 15 días aproximadamente. Primero

aparecen dos hojas pequeñas y fuertes y a las dos semanas aparecerán las primeras hojas pecioladas características del culantro que hemos descrito anteriormente. Es conveniente no exponerlas mucho tiempo al sol durante las primeras semanas de vida, aunque a partir de las 6 hojas, una mayor insolación favorecerá su crecimiento.

Los cultivares que se destinan a la producción de follaje pueden sembrarse en cualquier época del año siempre y cuando se cuente con buen suministro de agua y suelos con buen drenaje (Vallejo y Estrada, 2004).

B. Requerimiento nutricional del cultivo

En la práctica, el cilantro prospera satisfactoriamente con aplicaciones de una fórmula completa al sembrar o al ralear y con aplicaciones subsecuentes de nitrógeno y fertilizantes foliares. No se han reportado suficientes trabajos de investigación a nivel nacional o regional que permitan elaborar programas óptimos de fertilización en el cultivo de culantro, pero en la ciudad de Lamas se ha producido culantro utilizando N. P. K. en 200 kg. en una proporción de 15-15-15 al sembrar y 50 kg. de nitrógeno 40 días después de la siembra (unos 25 días después de la nacencia) el cultivo parece responder bien a fertilizantes foliares con micronutrientes (Peláez y Ruíz, 2009).

C. Labores culturales

En la época seca se lleva a cabo el riego, en cuanto al control se recomiendan las escardas y binas; pero si se trata de cultivos con una extensión considerable se aplican herbicidas como 3-(3,4-dichlorophenyl)-1-methoxy-1- methylurea; CAS: N'- (3,4-dichlorophenyl) -N-methoxy-N-methylurea, O N2, N4-diisopropyl-6-methylthio-1, 3, 5- triazine-2, 4-diamine; CAS:N,N'-bis (1-methylethyl)-6-(methylthio)-1,3,5-triazine-2 tras la siembra y con tiempo húmedo (Hidalgo, 2003).

D. Recolección

Puede realizarse a los 40 - 60 días tras la siembra como hortaliza y hasta los 4 meses para la producción de semilla madura; en este caso, la recolección de las umbelas debe hacerse antes de su maduración completa de los frutos, a primera

hora de la mañana con una segadora - trituradora adaptada, la recolección puede retrasarse algunos días (Pontificia Universidad Católica - Chile, 2003).

Para la producción de hojas, se llevará a cabo antes de la aparición del tallo, para evitar las semillas precoces; si se cosechan las exteriores más viejas, la planta continuará produciendo follaje nuevo hasta que eche flores; a veces se corta a una altura de 2-3 cm. sobre el suelo y se agrupan en el campo para que la planta puede volver a crecer para un segundo corte, a pesar de que no lo hace tan eficazmente como otras aromáticas como el perejil; por esto es común que sólo sea cosechado una vez y también se puede recolectar la planta entera (Pontificia Universidad Católica - Chile, 2003).

E. Plagas y enfermedades

Peláez y Ruiz (2009), agrónomo y productor de hortalizas en la provincia de Lamas, departamento de San Martín, ha mencionado que su producción promedio varía entre 1,4 a 1,5 Kg / m² estimándose una producción por hectárea de 14 000 a 15 000 Kg. de culantro fresco, además mostró preocupación por que ha observado que el rendimiento del culantro ha decaído por problemas de enfermedades principalmente la marchitez y muerte de plántulas; estos hongos se controlan con Benomyl a la dosis de 1 ml. por litro de agua y las manchas de las hojas causadas por los hongos *Cercospora* sp. y *Alternaria* sp., son controlados con Methiram (Poliran combi 80 %PM.) y Mancozeb (Dithane) ambos 1 ml. por litro de agua (Morales, 2005).

Para el caso de los hongos como *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* y *Fusarium* sp. que ocasionan pérdidas hasta el 100% de la cosecha (García, 1999), en la provincia de Lamas recomienda solarización por 30 días más la aplicación del fungicida captan al 3 0/00 (Inga, 2000). Para disminuir la incidencia y severidad de la marchitez causado por especies de *Fusarium* sp. se recomienda la fertilización con 30 Kg /ha. de N. y 50 Kg /ha. K. y la complementación de 2 aplicaciones a 2,5ml /L. de agua del fertilizante foliar a base de 12 %Ca, 1%B, 1% Zn, disminuyen la incidencia de las enfermedades vasculares causando por especies del hongo *Fusarium* en culantro en la provincia de Lamas (Beteta, 2003).

F. Cosecha y poscosecha

La cosecha normalmente se presenta dos meses después de la siembra y de hacerse antes que florezca la mata, si lo que se desea producir es hoja. Una producción de 8 000 kg/ha. se considera buena (Peláez y Ruiz, 2009).

Cevallos (2010), Indica se inicia la cosecha cuando empiezan a brotar las hojas finas esto ocurre más o menos a las 10 semanas desde la siembra, el follaje cosechado debe ser almacenado bajo condiciones de alta humedad y temperatura baja, se puede esperar una vida útil entre 18 y 22 días almacenando, el culantro a una temperatura en torno a los 0 °C., periodo en el que permanecerá con una buena calidad visual, aunque la calidad aromática comienza a disminuir a partir de los 14 días. Una temperatura de almacenamiento de 5 y 7,5 °C., mantendrá la calidad durante 1 y 2 semanas respectivamente. Con una atmósfera de aire con 5% ó 9% de CO₂ se alarga la vida útil de cilantro almacenado a 7,5 °C., aproximadamente 14 días.

La alta relación existente entre su superficie y volumen hace que el culantro sea muy susceptible a la pérdida de agua; cuando la refrigeración no es posible, el marchitamiento puede ser retrasado enfriando las plantas con agua o hielo y protegiéndolas de la luz solar (Hidalgo, 2003).

G. Principios activos

Contiene aceites esenciales, aceites grasos, trazas de glucósido, taninos, oxalato cálcico, etc. La composición química del culantro se basa principalmente en sus aceites esenciales, entre ellos d-linalol, 70 a 90% pineno, dipenteno, geraniol, felandreno, borneol, limoneno y otros componentes menores. La esencia es ligeramente amarilla o incolora (Puga, 2000).

1.5. Biofumigación

A. Bases científicas

Bello *et al* (2000), define la biofumigación como "la acción de las sustancias volátiles producidas en la biodegradación de la materia orgánica en el control de

los patógenos de las plantas, incrementándose su eficacia cuando se incluyen en un sistema integrado de producción de cultivos.

Por lo general, la materia orgánica puede actuar como biofumigante, dependiendo su eficacia principalmente señalando la necesidad de diseñar una metodología para cada situación diferenciándose de la aplicación de la materia orgánica en la dosis y el método de aplicación. los biofumigantes más utilizados han sido estiércol de cabra, oveja y vaca, residuos de arroz, champiñón, aceituna, brasicas y cortes de jardines, se ha obtenido una eficacia similar a los fumigantes convencionales, aunque la técnica es diferente a la solarización al mismo tiempo que incrementan los nemátodos saprófagos, mejoran las características del suelo y la nutrición de la planta, demostrando que tiene la misma eficacia en el control de nemátodos, hongos, insectos, bacterias y plantas adventicias que los pesticidas convencionales, pudiendo regular los problemas de virus al controlar los organismos vectores (Bello *et al*, 2000).

La biofumigación es una técnica fácil de aplicación por agricultores y técnicos, pues sólo se diferencia de la aplicación de materia orgánica en la elección del biofumigante, que debe estar en vías de descomposición y en el método de aplicación, que debe tener en cuenta la necesidad de retener al menos durante dos semanas los gases biofumigantes producidos en la biodegradación de la materia orgánica, ya que su efecto en la mayoría de los casos no es biocida sino biostático, por lo que es necesario prolongar en el tiempo su acción sobre los patógenos (Garibaldi y Gullino, 1991). El mismo menciona que se ha demostrado que cualquier residuo agroindustrial o sus combinaciones que presente una relación C/N comprendida entre 8-20 puede tener efecto biofumigante, pudiéndose identificar con facilidad por el agricultor, ya que produce un olor característico de amoníaco, aunque conviene recordar que no solo los derivados del nitrógeno tienen efecto biofumigante, por lo que sería recomendable previamente caracterizar de modo experimental los residuos agroindustriales que quieren utilizarse como biofumigante antes de su aplicación de modo comercial.

Imida (2008), indica que es recomendable alternar el empleo de residuos agrarios con abonos verdes, especialmente de brasicas, empleando 5-8 kg. m² de materia verde, aunque también se pueden aplicar combinaciones de leguminosas

con gramíneas. En el caso de la utilización de abonos verdes cultivados en la misma parcela, deben utilizarse plantas de crecimiento rápido para incorporar al menos a los 30 días de haberlo sembrado e impedir que se incrementen las poblaciones de patógenos. El cultivo de brasicas después de la biofumigación nos puede servir como bioindicadores de la posible fitotoxicidad, puesto que la germinación de las semillas es sensible a las sustancias fitotóxicas, al mismo tiempo que son muy sensibles a los nemátodos fitoparásitos y permiten detectar las áreas del cultivo donde la biofumigación no es eficaz, pudiendo actuar como plantas trampa y, al incorporarlas al suelo, como biofumigantes.

Los costos de la biofumigación pueden alcanzar el mismo valor que el BM, (bromuro de metilo) especialmente cuando se aplican estiércoles de origen animal o residuos agrarios que hay que traer desde grandes distancias, pero como realmente se trata de la aplicación de una enmienda orgánica, que es una práctica habitual en los sistemas producción integrada, se puede considerar un costo cero, los costos se pueden reducir aún más cuando se utilizan abonos verdes, que no suelen superar los 900 soles por hectárea. Puede aparecer alguna dificultad en los primeros tratamientos de biofumigación, pero a medida que pasa el tiempo, el agricultor se va familiarizando con el método, seleccionando las mezclas de biofumigantes y estableciendo las dosis más eficaces, tanto desde el punto de vista de su eficacia en el control de los patógenos como económico (Pizango, 2003).

B. Biofumigación y materia orgánica

La acción de los microorganismos sobre la materia orgánica durante su descomposición produce gran cantidad de productos químicos como: el amonio nitratos sulfrídrico y gran número de sustancias volátiles y ácidos orgánicos (Ploeg, 2000).

El contenido de N, no es el único factor considerado cuando la materia orgánica es utilizada como nematicida, el carbono es también importante, puesto que de él depende la metabolización del nitrógeno por los microorganismos para convertirlo en proteína y otros compuestos; en ausencia de fuentes de carbono, el amonio y los nitratos se pueden acumular y causar fitotoxicidad, materiales como quitina, urea, algunas tortas de oleaginosas y mínimo tienen una relación C/N baja,

pudiendo afectar a las plantas además la materia orgánica con una relación C/N entre 8-20 tiene actividad nematicida sin efecto fitotóxico (Romero, 2002).

La adición de materia orgánica al suelo para mejorar la fertilidad y controlar las plagas y enfermedades es una práctica casi tan antigua como la agricultura. Se han ensayado una amplia variedad de materiales como enmiendas al suelo para controlar nemátodos, hongos fitoparásitos y flora arvense (Bello *et al*, 2000).

Los mecanismos asociados con el control de organismos patógenos con materia orgánica, indicando que está asociada al NH_3 , que se mantiene durante 4 días en suelos arenosos y en los arcillosos se mantiene el 60%, la anaerobiosis creada por inundación en combinación con compost durante 12 semanas controla *Meloidogyne arenaria* en hortalizas en Florida, demostrando que los nemátodos no sobreviven después de dos semanas de anaerobiosis, su efecto biofumigante de diferentes abonos verdes de plantas representativas de crucíferas, cucurbitáceas, gramíneas y leguminosas, encontrando una eficacia superior al 90 % en el control de *M. incognita*, estudiando el efecto biomejorador de los biominerales encontrados en las plantas estudiadas (Ploeg, 2002).

C. Biofumigación y control de nemátodos

Se han ensayado como enmiendas al suelo, para el control de nemátodos y otros patógenos de plantas, materiales con alto contenido en nitrógeno que generan amoníaco que actúa como un nematicida en el suelo, la adición de quitina o materiales quitinosos al suelo no sólo genera amoníaco sino también estimula las actividades de la microflora quitinolítica en el suelo. Muchos microorganismos quitinolíticos son efectivos en la destrucción de huevos de nemátodos y micelios de algunos hongos fitopatógenos. Estos tratamientos pueden contribuir al control de enfermedades de origen edáfico particularmente cuando se combinan con otras alternativas, por ejemplo, se ha estudiado la adición al suelo de enmiendas complementadas con solarización y ofrece un potencial considerable de incremento de la eficacia de las enmiendas contra los patógenos con reducción de las cantidades necesarias de materia orgánica por hectárea (Valdivieso, 1995).

La Biofumigación puede producir acción nematicida directa o afectar a la eclosión de los huevos o la movilidad de los juveniles de nematodos; los fenoles y los taninos son también nematicida a ciertas concentraciones, por ello es difícil determinar con exactitud qué sustancia es responsable de la muerte de los nematodos (López, 2004). La mayoría de las publicaciones existentes sobre la aplicación de la biofumigación propiamente dicha en el control de nemátodos fitoparásitos corresponden a nuestro equipo de Nematología agraria (Bello *et al.* 2000). Por otra parte, existe gran número de excelentes trabajos sobre el empleo de enmiendas orgánicas, abonos verdes y residuos agroindustriales, especialmente en países como Egipto, India y Pakistán, así como de modo aislado en Latinoamérica.

En el Congreso de la Organización de Nematólogos de los Trópicos Americanos que tuvo lugar en San Juan de Puerto Rico en junio de 1999, aparecen por primera vez algunas comunicaciones, que pueden considerarse con enfoque científico, que entran dentro de los conceptos que hemos planteado sobre biofumigación. Así presenta un biofumigante, que está en fase de patentar, que controla *M. incognita* y flora arvense, aplican con eficacia la biofumigación en el control de *M. incognita* y *Rotylenchulus reniformis* en Guatemala (Rose y Fenwick, 1998).

D. Biofumigación y control de hongos

Los trabajos que, bajo el término de biofumigación, han venido realizando investigaciones del CSIRO de Australia desde 1993, para el control de hongos, puesto que la bibliografía sobre la función de la materia orgánica, los abonos verdes y los residuos agroindustriales y su relación con los hongos del suelo es muy abundante y por lo general, los trabajos no han sido realizados teniendo en cuenta su efecto biofumigante (López, 2002).

La Biofumigación con abonos verdes de brasicas, pues contienen compuestos conocidos como glucosinolatos que cuando se hidrolizan por la acción del enzima mirosinasa dan lugar a isotiocianatos (productos tóxicos), los resultados del hidrólisis dependen de las condiciones ambientales, los glucosinolatos son inactivos contra microorganismos, pero los productos de hidrólisis son biosidas muy eficaces contra nemátodos, bacterias, hongos, insectos (Inta, 2004).

Las condiciones climáticas, edáficas y bióticas influyen en la concentración de glucosinolatos, aunque hay que tener en cuenta que la luminosidad y temperatura influyen en la fenología de la planta y en la producción de biomasa y señalan que el período óptimo es a la mitad de la floración y estudia 76 variedades y especies diferentes de *Brassica*, estos resultados de máxima concentración coinciden con la época de floración (Inta, 2004). El efecto de la biofumigación con brasicas sobre el crecimiento de 5 patógenos de los cereales: *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium graminearum*, *Bipolaris sorokiniana* y *Pythium irregulare*, de ellos, *Gaeumannomyces* es el más sensible a los tratamientos, seguido por *Rhizoctonia* y *Fusarium*, siendo *Bipolaris* y *Pythium* los menos sensibles. Se demuestra así el efecto en el control de hongos de los cereales (Burges, 1998).

Los efectos sobre el control de hongos han sido señalados por López (2004), se ha demostrado que la hidrólisis de glucosinolatos a isotiocianatos en suelo es baja, de un 15% además estudian el efecto de extractos de trébol, nim, pimienta y cassia sobre *Fusarium oxysporum* f. sp. *Chrysanthemi*, encontrando que al 10% de emulsión se reduce la densidad del hongo, e incluso a un 5% para los extractos con nim, con una eficacia para pimienta, trébol y cassia de 99.9, 97.5 y 96.1 respectivamente, a los tres días de su aplicación, aunque el hongo se recupera rápidamente y utilizan compost de champiñón en el control de *Cylindrocladium scoparium* en viveros forestales, usan residuos de brasicas en el control de *Botrytis cinerea*, indicando que había aislado los productos responsables del control de *B.cinerea*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Didymella lycopersici* y *Clamisdosporum fulvum*.

E. Biofumigación y control de insectos

El concepto de biofumigación ha estado más relacionado con los organismos patógenos de origen edáfico, siendo nueva esta idea que puede controlar insectos, además encuentran que la biofumigación con concentraciones altas de *Brassica juncea* puede controlar larvas de diferentes especies de insectos, incorporando una biomasa de 4 y 8% de suelo (Cerisola, 1999).

F. Biofumigación y control de bacterias, virus y pos cosecha

La aplicación de materia orgánica produce incremento de nemátodos saprófagos que reducen la incidencia de las bacterias patógenas de los vegetales, por ejemplo el nemátodo saprófago *Acrobeles nanus*, reduce los problemas de *Rasltonia corrugata*, indicándonos el valor de la biofumigación en el control de las bacterias, puesto que los nemátodos se duplican en los suelos biofumigados; al estudiar el efecto de mostaza y residuos de tabaco en la reducción de *Rasltonia solanacearum* en tomate (Zanón, 2009).

La materia orgánica con urea (200 kg. N ha.) y CaO (5.000 kg. ha.), reduce las poblaciones de bacterias en suelos básicos, mientras que los residuos orgánicos con alto contenido de nitrógeno reducen las poblaciones de *Verticillium dahliae*, la bacteria *Streptomyces scabies*, nemátodos y malas hierbas en papa, sin embargo, puede producir efectos fitotóxicos en el primer cultivo, aunque el estiércol de cerdo, el estiércol de vaca y algunos compost sólo reducen la bacteria, indicando que esto depende de la especificidad del suelo y de la dosis (Inta, 2004).

La biofumigación puede actuar indirectamente sobre virus al eliminar hongos, nemátodos e insectos vectores, señalan que la actividad nematicida, antiviral, antifúngica y antibacteriana de *Tagetes patula* y *T. erecta* se ha observado en los experimentos de campo que la incidencia de virus es nula (García, 2003).

1.6. La solarización:

La solarización es una práctica que se plantea como una alternativa de menor impacto ambiental a los ya conocidos tratamientos químicos de desinfección de suelos y que se ajusta a lo establecido por las organizaciones internacionales de Manejo Integrado de Plagas (Rose y Fenwick, 1998).

Es un método que por sí solo no es eficaz, especialmente cuando se trata de controlar organismos móviles como nemátodos que por acción del calor se desplazan a zonas más profundas, siendo incorporados de nuevo con las labores a la superficie del suelo, en los casos donde la solarización ha sido eficaz, se trata por lo general de suelos con alto contenido de materia orgánica (solarización más biofumigación), o de suelos poco profundos; la solarización es eficaz cuando se combina con

biofumigación, durante dos meses, a una temperatura ambiental superior a 40°C. aunque se recomienda de 30 a 45 días donde se ve que produce una pérdida en la biodiversidad del suelo (López, 2002).

La solarización crea vacío microbiológico y no hay eficacia en aquellas capas donde no llega la radiación solar (30-40 cm.), puesto que la solarización se basa en el calentamiento del suelo de 36 a 50 °C. y esto sólo ocurre en los primeros 30 cm., (Garibaldi y Gullino, 1991).

La adición de residuos orgánicos al suelo puede incrementar la eficacia de la solarización, Como observaron al reducir *Verticillium dahliae* a profundidades de 70-120 cm., debido a los gases liberados durante el proceso de solarización, puesto que a esa profundidad la temperatura no tiene efecto letal, además observan que la eficacia de la solarización es mayor cuando se incorporan abonos verdes (Labrador, 1996).

La eficacia de la solarización es mayor cuando se incorporan abonos verdes de nabo y por otro lado al añadir almidón soluble al medio, 25 – 30 Kg. de suelo seco aumenta el efecto de la solarización (Labrador, 1996). La reducción de nemátodos a profundidades entre 46-91 cm. en California se debe a otros factores diferentes de la temperatura y la solarización es eficaz en el control de *Fusarium oxysporum*, cuando se añaden coles, debido a los gases fitotóxicos que se producen en su descomposición (Fishler, 2005).

1.6.1 Beneficios de la solarización y biofumigación

Son alternativas para la desinfección de los suelos más significativos, caracterizados por su bajo impacto sobre la salud el medio y costos mínimos de las comunidades rurales mediante la difusión de técnicas basadas en un enfoque sistémico tendientes a preservar el agro ecosistema (Inta, 2004).

1.7. Abonos verdes

Silva (2001), En líneas generales, los efectos favorables del abonado verde no acaban en el aspecto nutricional sobre el vegetal, sino que alcanzan a todos los componentes relacionados con la fertilidad global del suelo agrícola ya que:

- Estimulan de forma inmediata la actividad biológica y mejoran la estructura del suelo, por la acción mecánica de las raíces, por los exudados radiculares, por la

formación de sustancias prehúmicas al descomponerse y por la acción directa de las células microbianas y micelios de hongos.

- Protegen al suelo de la erosión y la desecación durante el desarrollo vegetativo, y mejoran la circulación del agua en el mismo.
- Aseguran la renovación del humus estable, acelerando su mineralización mediante el aporte de un humus más "joven" y más activo.
- Enriquecen al suelo en nitrógeno, si se trata de leguminosas, e impiden, en gran medida la lixiviación del mismo y de otros elementos fertilizantes.
- En su descomposición, se liberan o sintetizan sustancias orgánicas fisiológicamente activas, que tienen una acción favorable sobre el crecimiento de las plantas y su resistencia al parasitismo.
- En los sistemas cerealistas, aseguran una mejor descomposición de la paja del cereal, al mantener el medio más húmedo, equilibrar la relación C/N y activar los microorganismos responsables de la misma.
- Limitan el desarrollo de malezas, directamente por el efecto de la cubierta vegetal en sí misma e indirectamente porque ciertos abonos verdes tienen poder desherbante, como el alforfón (*Fagopyrum esculentum* Moench), o la facelia (*Hacelia tanacetifolia*).

1.7.1 Especies utilizadas como abonos verdes

Silva (2001), menciona que se pueden utilizar un número considerable de especies vegetales como abonos verdes, las tres familias de plantas más utilizadas para tal fin, son las leguminosas, las crucíferas y las gramíneas.

Las fabáceas, son las más empleadas dada su capacidad para fijar el nitrógeno atmosférico, en favor de los cultivos siguientes. Hay autores que afirman que las leguminosas además mejoran el terreno con la penetración de sus raíces y que incluso llegan a romper los terrenos más duros (las raíces de las leguminosas tienen más de 1 m. de longitud).

Las poáceas, sembradas con las leguminosas, mejoran mucho el terreno y forman humus estable, las raíces de las gramíneas mejoran el terreno ablandándolo en la superficie. En particular el centeno (*Secale cereale*) está indicado para siembra otoñal asociado a algarroba o habas. La avena (*Avena sativa*) está indicada para siembra de primavera, asociada con algarroba y guisante (Maldonado, 2007).

1.7.2 Características deseables en un abono verde

Silva (2001), Un abono verde ideal posee tres características importantes:

- Un crecimiento rápido,
- Follaje abundante y succulento,
- Habilidad de crecer bien en suelos pobres.

A más rápido crecimiento, mayor es la posibilidad de aptitud para ser introducido en una rotación y uso económico como medios de mejoramiento del suelo, Follaje abundante y raíces poderosas son, desde luego, algo necesario y a mayor contenido de humedad en el abono verde, más rápida es la descomposición y pronto se obtienen beneficios, Como la necesidad de materia orgánica es urgente, en especial en la tierra pobre, un cultivo jugoso tendrá grandes ventajas (Silva, 2001).

Cuando las demás condiciones son iguales, es mejor hacer uso de las leguminosas en el abono verde, preferentemente a las no legumbres, a causa del Nitrógeno ganado por el suelo y la actividad orgánica que provocan. Es a veces de extraordinaria importancia una pequeña adición de Nitrógeno (López, 2004).

Sin embargo, a veces es difícil obtener un cultivo intercalado de legumbres, pues pueden ser tan valiosos como alimento de ganado, que sería antieconómico usarlo como abono verde. Además, las semillas de las legumbres son caras, casi prohibitivo su uso para los abonos verdes. Por otro lado, algunas legumbres no encajan dentro de las rotaciones comunes de tal forma que puedan ser luego enterradas convenientemente como abono verde (Labrador, 1996).

1.7.3 Consideraciones prácticas

Cada abono verde, tanto si es como cultivo principal o si es cultivo asociado, tiene unas características específicas definidas por su masa vegetativa, su rapidez de crecimiento, la cantidad de residuos que aporta, la incompatibilidad con el cultivo anterior o siguiente en la rotación, los diferentes requerimientos nutricionales, de PH. y texturales, su rusticidad, su capacidad desherbante, etc. todo esto habrá que tener presente a la hora de elegir un abono verde (Labrador, 1996).

El cultivo de las plantas para abono verde no presenta grandes diferencias con el mismo para su aprovechamiento para grano, sí debemos tener presente algunos aspectos como: utilizar mayor densidad de siembra de 20 a 50% más para abonado

verde; incorporarlo al suelo en un estado avanzado de vegetación, preferentemente en la floración o justo al inicio de la misma; incorporarlo superficialmente pasados unos días del corte 3 a 4 según clima y residuo (Zapata y García, 2002). Siendo preferible utilizar una picadora de restos de cosecha o en su defecto el arado de discos que pica la vegetación y al mismo tiempo produce un pequeño volteo de la tierra, posteriormente los restos ya más descompuestos se mezclan en el suelo con un cultivador entre 10 y 15 cm. (Valdivieso, 1995).

En agricultura, un abono verde es un tipo de cultivo de cobertura agregado primariamente para incorporar nutrientes y materia orgánica al suelo, estas siembras no se utilizan para el consumo, sino que se usan exclusivamente para incorporarlas a la tierra como fertilizante, por eso se las denomina abono "verde" (Valdivieso, 1995).

1.8. Trabajos de investigación realizados en San Martín

En estudio realizado en la provincia de Lamas “Evaluación de los métodos físico químicos y biológicos para el control de *Fusarium* sp.” tuvo como resultado principal, que la solarización del suelo incrementa la temperatura mínima y máxima, su efecto redujo la fuente de inóculo del *Fusarium* sp., en todos los tratamientos solarizados y que la altura de las plantas de culantro es directamente proporcional con la incidencia, a menor incidencia más altura y a mayor incidencia menor altura (Inga, 2000).

En estudio realizado en la provincia de San Martín titulada “Evaluación de la solarización en la desinfección de camas almacigueras para la producción de plantones de tabaco (*Nicotiane tadalum* L.) en San Martín – trabajo de investigación – UNSM – Tarapoto” tuvo como resultados que para el efecto control de nemátodos (*Pratylenchus* sp. y *Paratylenchus* sp.) se determina que los sustratos de suelo arenoso, franco y arcilloso ofrecieron una reducción total de los nemátodos encontrados en las muestras a partir de 10 días de solarización. El tratamiento con BM redujo el 100% la presencia de nemátodos (Apaza, 1999).

Los resultados en el control de *Phytophthora* sp., se determinan que los sustratos de suelo arenoso, franco y arcilloso reducen sustancialmente a partir de los 20, 30, 40 días de solarización con promedios de 51,34%, 52,88% y 69,44% respectivamente. Para el control de *Fusarium* sp. Para los sustratos de suelo arenoso, franco y arcilloso,

la reducción se da en promedio de 53,24%, 63, 17y 72,46% el tratamiento con BM. redujo al 100% la presencia de hongos fitopatógenos evaluados.

En su trabajo de investigación titulada “Identificación de los patógenos y daños económicos en la muerte de plántulas de culantro (*Coriandrum sativum* L.), en la Provincia de Lamas — trabajo de investigación – UNSM – Tarapoto.” mencionó como resultado que el patógeno más dañino para la siembra del culantro es el *Fusarium* sp., ya que causa daños en las plantas en el campo y después de cosechadas las plántulas, sufren podredumbre a menos de 24 horas, todo esto hace que los agricultores tengan pérdidas económicas y a la vez es un desaliento a seguir sembrando las plantas ya que con el ataque del *Fusarium* sp., resulta antieconómico (García, 2003).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

En campo

- Motocultor
- Semilla de culantro
- Balanza analítica
- Machetes – Palanas, rastrillo
- Rafias
- Costales de polipropileno
- Bolsas plásticas
- Manguera
- Plástico transparente
- Cascarilla de arroz
- Vernier - Cinta métrica.
- Libreta de campo,
- Abonos verdes (eritrina, kudzu y malezas).

En laboratorio

- Placa Petri
- Pipetas
- Microscopio
- Agar papa
- Lámina para microscopio
- Suelo

2.2 Metodología

2.2.1 Tipo y nivel de investigación

Tipo

El método de investigación es tipo aplicada por que orienta la aplicación del conocimiento científico a la solución de problemas prácticos inmediatos y

además cuenta con antecedentes previos al estudio, que permitieron generar conocimiento para mejorar la producción del *Coriandrum sativum* L.

Nivel

Descriptivo y aplicativo, Porque detalló y reveló a través de evaluaciones el efecto de la solarización y biofumigación aplicando abonos verdes para el control de *Fusarium* sp. en el de cultivo de *Coriandrum sativum* L.

2.2.2 Diseño de investigación

El presente trabajo se trata de una investigación experimental ya que el investigador manipula una o varias variables independientes, ejerciendo el máximo control sobre todas las variables y factores en estudio, ésta metodología es generalmente cuantitativa (Ferrer, 2010).

Se experimentó el efecto de la solarización y biofumigación aplicando abonos verdes; T₁: *Erytrina* sp., T₂: *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth, T₃: malezas (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensa* Chase, *Paspalum fasciculatum* Willd, *Cynodon dactylon* L., etc.) y T₄: Testigo, para el control de la enfermedad chupadera y marchitez causado por el hongo *Fusarium* sp. en el cultivo de *Coriandrum sativum* L. en la provincia de Lamas.

2.2.3 Población y muestra

Población

En este trabajo la población estuvo definida por la especie (*Coriandrum sativum* L.) y conformada por 240 plantas de culantro distribuidas en los 12 tratamientos obteniéndose 2880 plantas – población experimental.

Muestra

La muestra del respectivo trabajo estaba constituida por una planta de culantro, trabajando con 10 plantas por tratamiento en las evaluaciones que hacen un total de 120 muestras.

2.2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnica de observación

Se utilizó técnicas como guías de observación, cuaderno de notas, cartillas de evaluación, tomas fotográficas, etc. lo cual nos permitió interrelacionarse directamente con los elementos que fueron materia del trabajo de investigación.

2.2.5 Técnica de procesamiento y análisis de datos.

Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), cuatro tratamientos tres repeticiones haciendo un total de 12 unidades experimentales (Calzada, 1970).

Tabla 1

Tratamientos en estudio:

TTOS	Descripción
T₁	Incorporación de eritrina (<i>Eritrina</i> sp.) (1 saco por sub parcela 20 kg.)
T₂	Incorporación de kudzu (<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb)Benth). (1 saco por sub parcela 20 kg.).
T₃	Incorporación de malezas (<i>Portulaca oleracea</i> L., <i>Brachiaria extensa</i> Chase, <i>Paspalum fasciculatum</i> Willd, <i>Cynodon dactylon</i> L., etc) (1 saco por sub parcela 20 kg.)
T₄	sin incorporación de abono verde

Tabla 2

Análisis de varianza del experimento.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad
Bloque	r-1=2
Tratamiento	t-1=3
Error	(r-1)(t-1)=6
TOTAL	rt-1=11

2.2.6 Características del campo experimental

Del experimento

•	Largo	:	20,00 m
•	Ancho	:	5,00 m
•	Área Total	:	100,00 m ²
•	Área Neta	:	72,00 m ²

Bloque

•	Largo	:	20,0 m
•	Ancho	:	1,0 m
•	Área de bloque	:	20,00 m ²
•	Número de Parcelas	:	4 Parcela
•	Largo	:	5,0 m
•	Ancho	:	1,0 m
•	Área	:	5,0 m ²
•	Distanciamiento entre filas	:	0.25 m
•	Distanciamiento entre plantas	:	0.10 m
•	Número de semillas / golpe	:	06
•	Nº de plantas evaluadas	:	20 plantas/sub parcela.

2.2.7. Ubicación y condiciones del lugar experimental

a.- Ubicación del campo experimental

El trabajo de investigación se realizó en el Fundo “EL PACÍFICO”, provincia de Lamas, de propiedad del Ing. Jorge Luis Peláez Rivera, con una extensión de 2 Has. cultivadas con hortalizas en forma intensiva para el consumo del mercado local y de la ciudad de Tarapoto, el cual presenta las siguientes características:

b.- Ubicación política del campo experimental

Distrito	:	Lamas
Provincia	:	Lamas
Departamento	:	San Martín

Región : San Martín

País : Perú

c.- Ubicación geográfica del campo experimental.

Latitud sur : 06° 20' 15''

Longitud oeste : 76° 30' 45''

Altitud : 835 m.s.n.m.

d.- Fisiografía.

El terreno es de pendiente moderada, las parcelas están construidas en graderías o terrazas para evitar la erosión, con una pendiente mínima de 0,5 %.

e.- Condiciones ecológicas.

Según el sistema de clasificación de Holdrige (1975), la zona de vida está ubicada dentro del Bosque seco tropical, Selva Alta del Perú, precipitación promedio anual de 1 200 mm y temperatura media de 24 °C.

f.- Vías de acceso

La principal vía de acceso la constituye la vía principal de la Provincia de Lamas cruzando la ciudad se encuentra en las afueras de la ciudad el “fundo Pacifico” camino de acceso a la Universidad Nacional de San Martín filial Lamas.

2.2.8 Conducción del experimento

a. Acondicionamiento del terreno.

Consistió en una labranza complementaria al suelo, haciendo uso de pala y rastrillo, se eliminó las malezas del campo y finalmente se procedió a la delimitación de las parcelas con estacas, wincha y cordel siguiendo el croquis de campo experimental (tabla 2).

b. Preparación del terreno y biofumigación

En cada tratamiento se aplicó abono verde después de delimitar las parcelas y se procedió de acuerdo a los tratamientos ya mencionados (tabla 2)

para luego remover con la rotocultora con la finalidad de uniformizar el suelo, inmediatamente a ello se procedió a cubrir con plástico transparente por el lapso de 45 días, considerando que este tiempo fue suficiente para la degradación de los abonos verdes aplicados.

Luego de los 45 días de solarizado, inmediatamente se quitó los plásticos dejando el campo al aire libre por periodo de tres semanas para su aireación y evaporación de los gases pasado la semana se removió el suelo y se procedió a la siembra de la semilla de culantro para poder determinar la eficiencia del método utilizado en esta investigación.

c. Siembra.

La siembra de las semillas se realizó en forma manual de acuerdo al croquis de la unidad experimental (ver anexo), colocando 6 semillas por golpe a un distanciamiento según los tratamientos indicados (0,25m. x 0,10 cm.).

d. Riego.

Luego de sembrado la semilla se regó dos veces al día (mañana y tarde), hasta los 8 días, luego una vez por día y solo por las tardes, ésta labor se realizó con una manguera manualmente, debido a que éste material ya se encontró instalado cerca de la parcela desde el momento de la siembra hasta el final del experimento, ya que el agua es importante para un buen desarrollo de las plantas.

e. Deshierbo.

Se realizó dos desmalezados que consistió en la eliminación de malezas presentes en el cultivo, en forma manual con la ayuda de una lampa y rastrillo.

f. Cosecha.

La cosecha se realizó en forma manual cuando el cultivo se encontró en su madurez fisiológica a los 45 días, arrancando de raíz, se limpió las plantas eliminando las hojas amarillas y secas.

2.2.9 Indicadores evaluados de la variable

2.2.9.1 En laboratorio

a. Análisis físico - químico de suelo:

Se tomó muestras de suelo de cada parcela experimental después de la solarización y biofumigación con aplicación de abono verde, utilizando el método del Zig Zag y con Auger, para realizar el análisis físico - químico en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

b. Análisis microbiológico:

Se tomó muestras de suelo de cada parcela experimental antes y después de la solarización y biofumigación con aplicación de abono verde el análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de sanidad vegetal de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

c. El análisis nematológico:

Se realizó mediante el método de las bandejitas (método modificado por Bearma) en una bandejita de 7 cm. de base y 13 cm. abertura de diámetro y altura de 3 cm., se colocó una malla metálica a un tercio del interior de la bandejita y sobre éste se colocó papel toalla, después se adicionó agua potable hasta que sobrepase el papel toalla, luego se procedió a depositar los 500 g. de suelo en una fuente de plástico transparente donde se esparció para eliminar las raíces y grabas, con la ayuda de un vaso precipitado y una espátula se sacó una muestra 100 g. de suelo al azar. La muestra se depositó sobre el papel toalla húmeda y luego se añadió más agua hasta que tape al suelo, se dejó por 24 horas.

Después de cumplido el tiempo, se retiró la malla junto con el papel toalla y el suelo, el agua que quedo en la bandejita se tamizó con un tamiz de 400 mallas por pulgada y se recogió una muestra de 20 ml. de agua, de esto se analizó 3 ml. utilizando una caja Petri de plástico de 5 ml. de diámetro y microscopio compuesto, la cantidad de nemátodos observados

se multiplicó por el factor 6.67, que resulta de dividir 20 ml. entre 3 ml. analizada.

d. El análisis bacteriológico:

En cajas Petri conteniendo papa dextrosa agar al 1.5 % glucosado sin antibiótico, se sembró 0.015 g. de suelo tal como recomienda Commonwealth Micology Institute 1995, para análisis microbiológico del suelo. Por cada tratamiento se sembró 5 pruebas, después de 48 horas se realizó el conteo de las unidades formadoras de colonia (ufc), finalmente se realizó coloración de Gram, su reacción fue color rosado (Gram negativa) su forma fue bacilos.

e. El análisis micológico:

En cajas Petri conteniendo papa dextrosa agar al 1.5 % glucosado con antibiótico (500 mg. de amoxicilina), se sembró 0.015 g. de suelo tal como recomienda Commonwealth Micology Institute 1995, para análisis microbiológico del suelo. Por cada tratamiento se sembró 5 placa, después de 72 horas se realizó el conteo de las unidades formadoras de colonia (ufc.) y la identificación con las claves taxonómicas de Huntter y Barnett 1072 y Ellis 1971 y 1976.

2.2.9.2 En campo

a. Número de plántulas emergidas.

El porcentaje de emergencia de las semillas de culantro, se evaluó en un metro lineal, contando el número plantas por hoyos sembrados, dividiendo entre el número de semillas sembradas esto se tomó a los 10 días después de la siembra.

b. Altura de la plántula a la cosecha.

Este parámetro se evaluó en un metro lineal, desde el momento de la germinación de la semilla del culantro, hasta su madurez fisiológica de dicho cultivo (45 días).

c. Desarrollo normal de la planta de culantro.

Este variable, consistió en observar desde el momento de la germinación de la semilla de culantro, hasta el momento de la cosecha del cultivo como hortaliza si existe la presencia de plagas y enfermedades, principalmente la presencia de *Fusarium* sp. que es el objetivo principal para determinar si la “Solarización Y Biofumigación Para el control de *Fusarium* sp., en culantro (*Coriandrum sativum* L.), es efectiva y la evaluación se realizó tomando un total de 1m cuadrado para cada tratamiento.

d. Rendimiento en kilogramos por hectárea.

Las plantas cosechadas de culantro se pesaron y los datos expresados en kg/ m², y al momento de tabular se calculó el rendimiento para expresar en TM/Ha.

Se pesaron el total de matas por cada tratamiento en 1m², usando una balanza analítica, el resultado fue convertido a TM/Ha.

e. Análisis económico.

Se tomó referencia del resultado en kg/m² la cual se convirtió en TM/Ha. y la relación costo beneficio se efectuó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$RCB = \frac{BB}{CP}$$

Significado:

RCB: Relación Costo Beneficio

CP: Costo de producción

BB: Beneficio Bruto

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 En laboratorio

a. Análisis físico y químico del suelo.

Tabla 3

Resultado de análisis físico y químico de los tratamientos

Análisis Físico		TRATAMIENTOS				Interpretación
		T1	T2	T3	T4	
Textura	% Arena	56,8	54,6	56,8	64,8	Clase Textural:
	% Arcilla	31,6	33,8	30,2	27,4	Franco Arcillo arenosos
	% Limo	11,6	11,6	13,0	7,8	
Análisis Químico						
	pH	7,4 2	7,57	7,91	6,99	Moderadamente básico:T1, T2 y T3 Neutro T4
	C.E. $\mu\text{S/cm}$	1147	979	2470	1358	No hay problemas de sales T ₁ , T ₂ y T ₄ : Ligeros problemas de sales T ₃
	M.O. %	3,29	3,92	3,62	3,82	Medio
Elementos Disponibles	N %	0,165	0,196	0,181	0,191	Normal
	P ₂ O ₅ (ppm)	68,24	74,56	94,75	60,06	Alto
	K ₂ O (ppm)	167,40	179,56	360,60	140,40	Medio: T1, T2 y T4. Alto T3
	CIC	14,1	18,94	10,13	12,82	
	Ca ⁺	12	17,2	7,6	9,2	Bajo: T3, T4 y T1 Muy Alto: T2
	Mg ⁺⁺	5,3	1,2	1,56	3,2	Muy Bajo: T2 Bajo: T3 Normal: T4 Muy Alto: T1
Elementos Cambiables (meq/100 g de suelo).	Na ⁺	0,08	0,09	0,05	0,06	Normal: T1, T2 y T4 Alto: T3
	K ⁺	0,42	0,45	0,92	0,36	Normal: T4 Alto: T1 y T2. Muy Alto T3
	Al ⁺⁺⁺	-	-	-	-	
Acidez activa		-	-	-	-	

Fuente: Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, Laboratorio de Suelos Agrícolas. (2010)

b. Resultado de análisis microbiológicos de suelo antes y después de la solarización y biofumigación.

Son los resultados que a continuación se muestran en figuras y tablas del análisis del suelo obtenido antes y después de la investigación

c. Nemátodos:

Análisis nematológico de suelo antes de solarización y biofumigación.

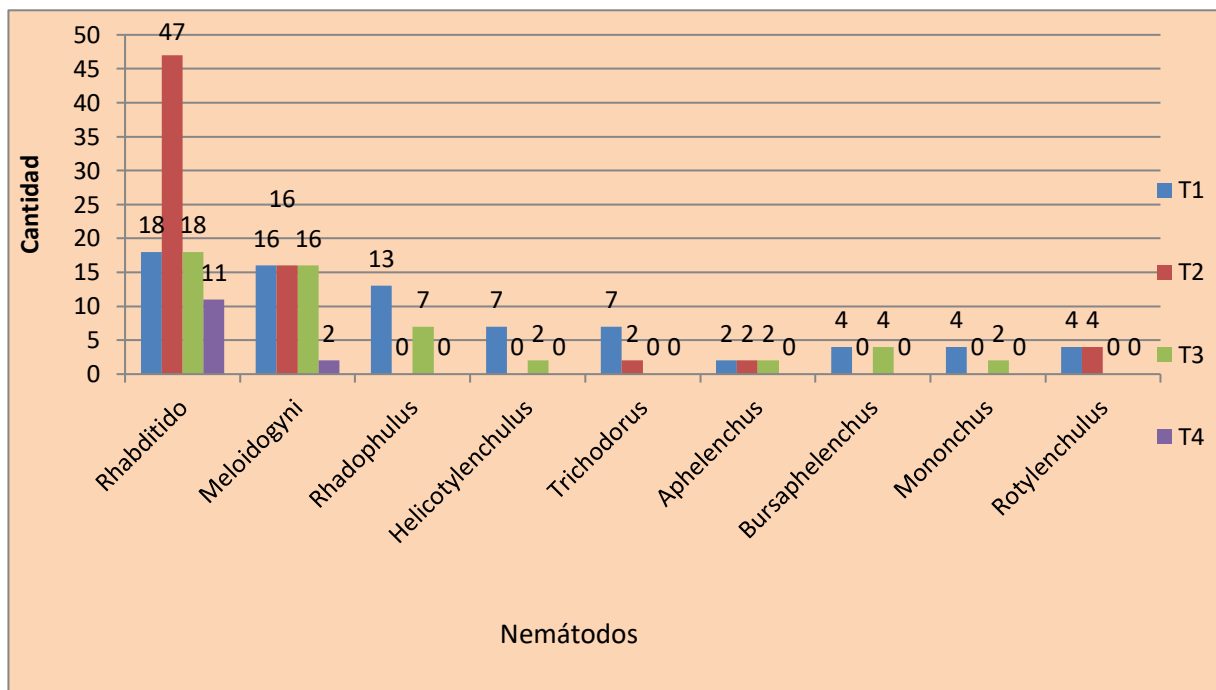


Figura 1: Resultado de análisis nematológico en 100 cc., de suelo. (Fuente: Universidad Nacional de San Martín – T, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, Laboratorio de Sanidad Vegetal)

Según la **figura 1**, se observa nueve géneros de nemátodos, de los cuales siete géneros son fitopatógenos (microorganismos que generan enfermedades en las plantas a través de disturbios en el metabolismo celular), un género es descomponedor de materia orgánica (*Rhabditido*) y el otro género es depredador (*Mononchus*). De los siete géneros de nemátodos fitopatógenos, el género *Meloidogyne* existen en todos los tratamientos, esto nos indica que el suelo hortícola está muy infestado por este nemátodo, Sigue los géneros *Radophulus*, *Helicotylenchulus*, *Trichodorus*, *Bursaphelenchus*, *Rotylenchulus* y *Aphelenchus*. El nemátodo *Rhabditido*, nos indica que existe materia orgánica en descomposición con abundantes bacterias (López, 2002).

El nemátodo *Rhabditido* se alimenta de bacterias son comunes en los suelos y están presentes en gran número particularmente cuando está descomponiéndose la materia orgánica los cuales se corrobora con (Agrios, 1995).

Análisis nematológico del suelo después de solarización y biofumigación.

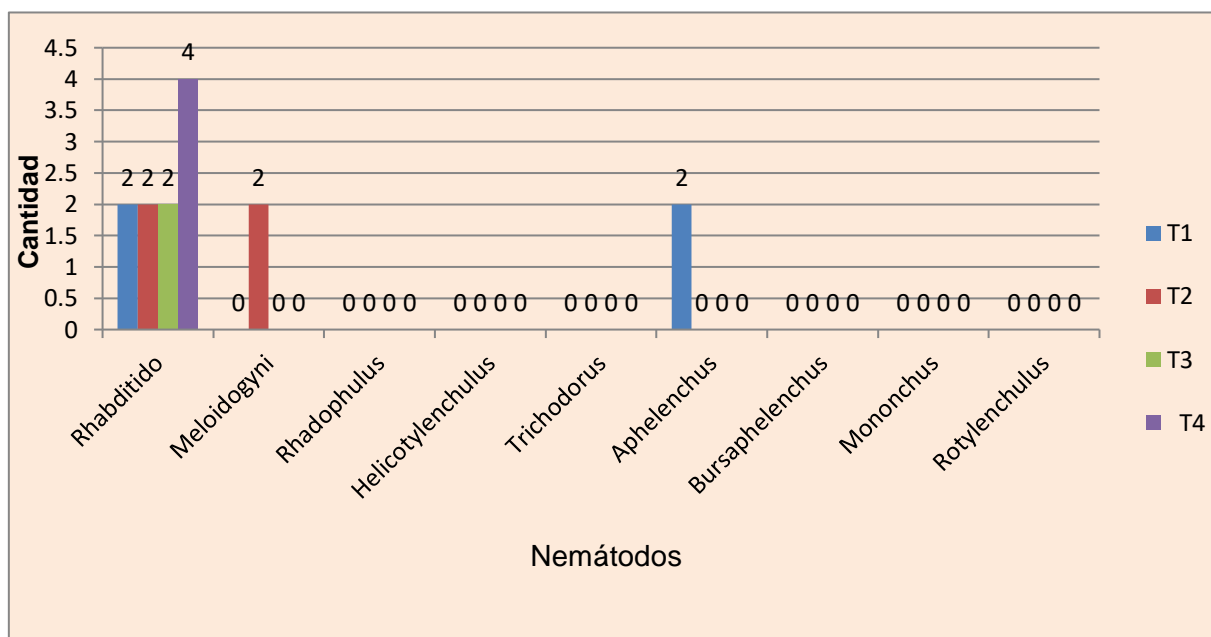


Figura 2: Resultado de análisis nematológico en 100 cc., de suelo (fuente: Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, Laboratorio de Sanidad Vegetal).

Comparado la **figura 1** con la **figura 2**, se observa que cinco géneros de nemátodos fitopatógenos (*Helicotylenchulus*, *Trichodorus*, *Bursaphelenchus*, *Rotylenchus* y *Mononchus*) un depredador (*Radophulus*) han sido controlado en su totalidad, mientras que los nemátodos del genero *Rhabditido*, *Meloidogyne* y *Aphelenchus*, han disminuido su población considerablemente tal como lo constatamos en la **figura 2** esto se debe a estructuras de resistencia a los efectos de los rayos solares y gases que produce la materia orgánica, Corroborándose con (López, 2002).

En general la solarización y biofumigación tiene efecto negativo para los nemátodos porque esto baja los niveles de inóculo en el suelo, hecho que disminuirá el daño en las raíces y por consiguiente mejora sus funciones y acciones del sistema radicular de las plantas (López, 2002). En los testigos se observó bajas poblaciones de nemátodos en ambos análisis, al parecer las poblaciones han disminuido por la sequía y abundancia de malezas gramíneas.

d. Bacterias:

Análisis bacteriológico de suelo antes de solarización y biofumigación.

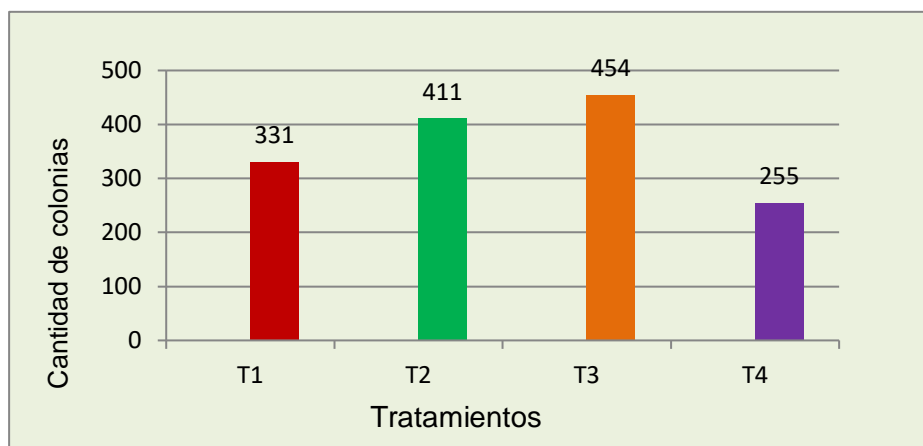


Figura 3: Cantidad de colonias de Bacterias en 0.015 g. de suelo. (fuente: Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, Laboratorio de Sanidad Vegetal).

La cantidad de unidades formadora de colonia – ufc. de bacterias (**figura 3**), antes de la solarización y biofumigación con aplicación de abono verde para el control de *Fusarium* sp.; en los tratamientos T₁: *Eritrina* sp.; T₂: *Pueraria phaseoloides*, T₃: malezas y T₄: como testigo se observa que registraron colonias de bacterias con promedios de 331 ufc.; 411 ufc.; 454 ufc.; 255 ufc. respectivamente predominando el color crema, amarillo suave, rosado y anaranjado.

Análisis bacteriológico de suelo después de solarización y biofumigación.

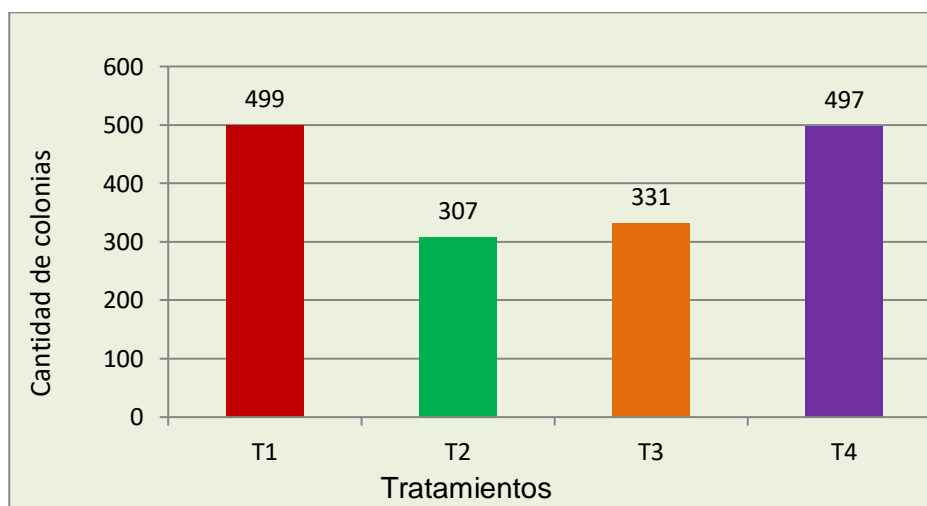


Figura 4: Cantidad de colonias de Bacterias en 0.015 g. de suelo (fuente: Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, Laboratorio de Sanidad Vegetal).

Comparado las **figuras 3 y 4**, después de la solarización y biofumigación, las bacterias en los tratamientos T₁, T₂, T₃ y T₄ no se desaparecen; en el tratamiento T₁ 449 ufc. y el tratamiento T₄ con 497 ufc., se observa un incremento de ufc. de las bacterias en comparación con la lectura inicial T₁ con 331 ufc. y T₄ con 255 ufc., esto nos indica que la *Eritrina* sp. en solarización y biofumigación con aplicación de abono verde no controló bacterias después de los 45 días de la solarización y biofumigación. Ya que se observó las bacterias termófilas que soportan altas temperaturas (Agrios, 1996). Mientras que los tratamientos T₂ (kudzu) y T₃ (maleza) con 307 y 331 ufc. han disminuido las ufc. en comparación a la lectura inicial del T₂ y T₃ con 411 ufc. y 457 ufc.

e. Hongos:

Análisis micológico en 0.015 g. de suelo antes de solarización y biofumigación.

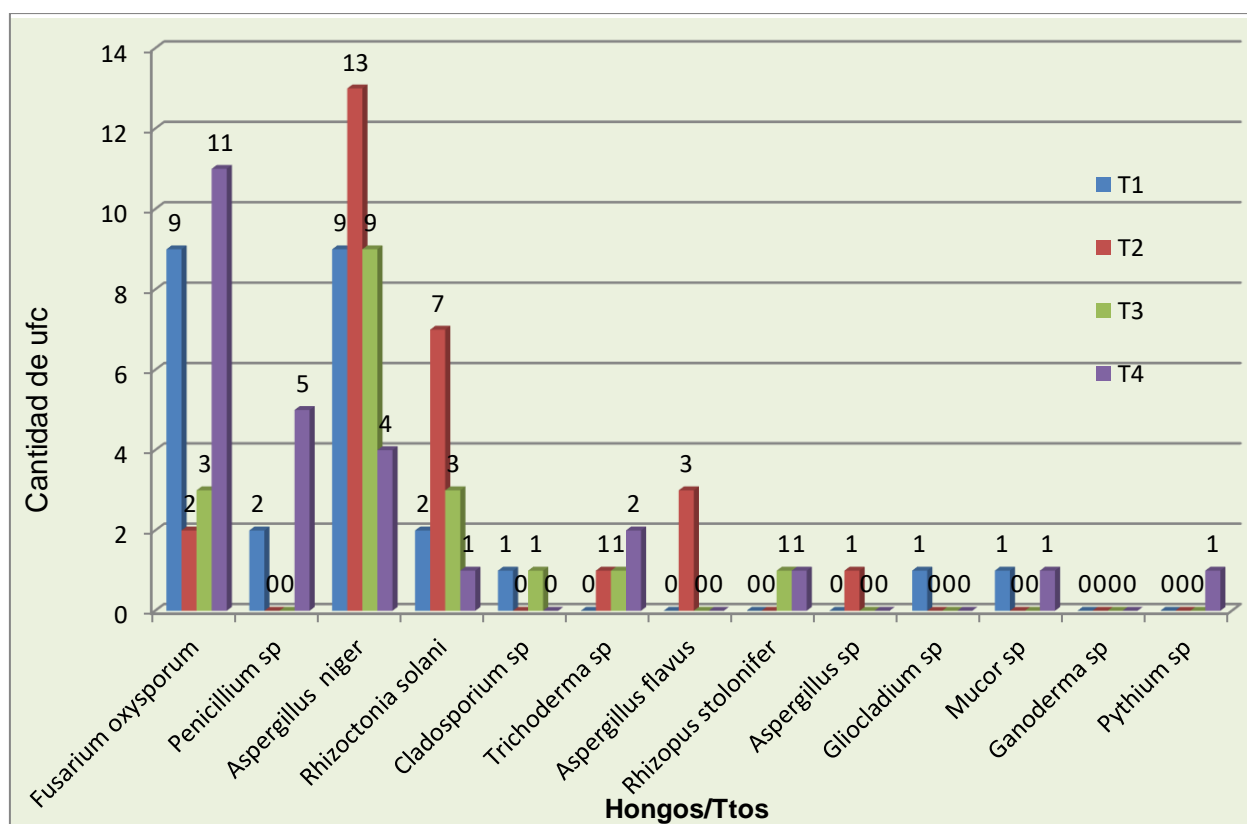


Figura 5: Resultado de análisis micológico en 0.015 g. de suelo (Fuente: Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, Laboratorio de Sanidad Vegetal.

En los resultados micológicos (**figura 5**) antes de la incorporación de la materia orgánica y la biofumigación, se observa que existen 13 géneros de hongos entre (hongos patógenos, biocontroladores y saprofitos) dentro de las colonias evaluadas en

0,015 g. de suelo, además se observa que las colonias de hongos de mayor consideración son *Fusarium oxysporum* que varían entre 2 a 11 ufc., *Rhizoctonia solani*, que varían entre 1 a 7 ufc. y *Aspergillus niger* que varían de 4 a 13 ufc. en 0,015 g. de suelo, de 5 ufc.

Análisis micológico en 0.015 g. de suelo después de solarización y biofumigación.

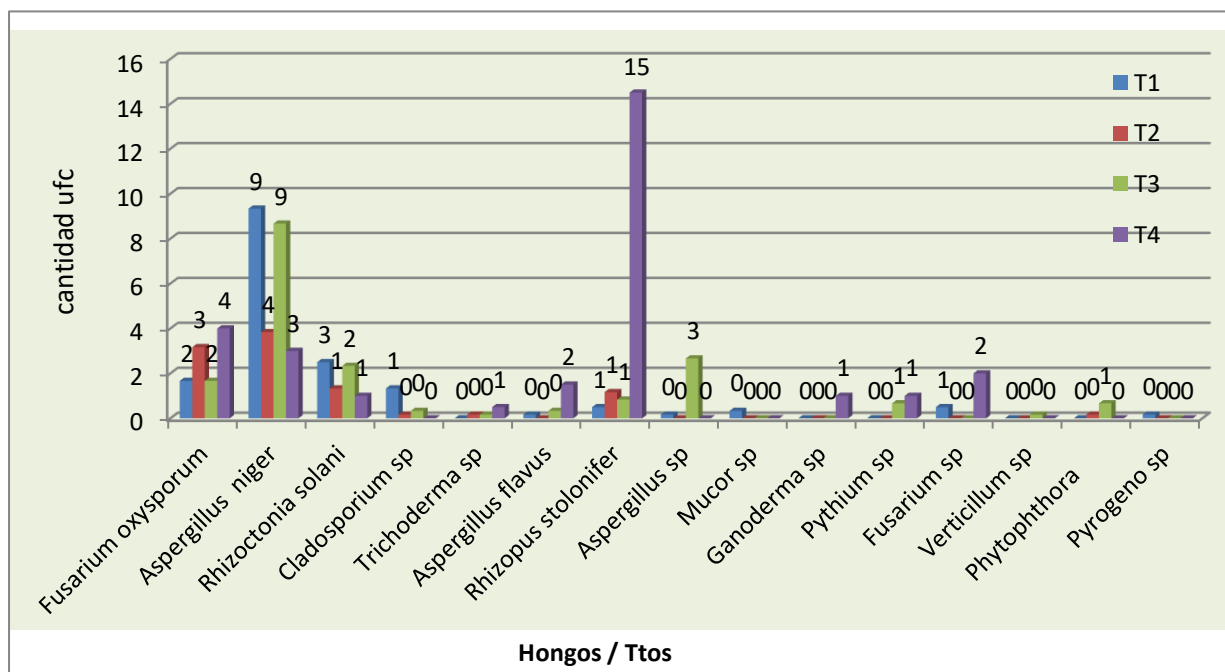


Figura 6: Resultado de análisis micológico en 0.015 g. de suelo (Fuente: Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Agronomía, Laboratorio de Sanidad Vegetal).

En los resultados micológicos (**figura 6**) después de la incorporación de la materia orgánica y la biofumigación, se observa que existen 16 géneros de hongos (entre hongos patógenos, biocontroladores y saprofitos) dentro de las colonias evaluadas en 0,015 g. de suelo, de las cuales los hongos posiblemente patógenos tenemos a *Cladosporium sp.*, *Fusarium sp.* y *Ganoderma sp.*, dos Pseudohongos (cromistas) *Pythium sp.* y *Phytophthora*; hongo biocontrolador *Trichoderma sp.* solo en el T1; y los hongos saprófitos (*Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Rhizopus estolonifer*) con 15 ufc. es el más abundante, *Mucor sp.*, y Pirógenos. Las colonias de hongos patógenos de mayor consideración (Agrios, 1996) *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani* que varían entre 1 a 4 ufc. en 0,015 g. de suelo.

3.2 En campo

a.- Número de plántulas emergidas:

Tabla 4 *Análisis de varianza para % de emergencia de plantas a los 10 días:*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0,05-0,01)
Bloques	2	152,495	76,248	3,45	0,100 NS
Tratamientos	3	636,249	212,083	9,58	0,0105 *
Error	6	132,778	22,130		
Total	11	921,523			

$$R^2=85,59\%$$

$$CV= 6,02\%$$

$$S_x= 4,704$$

$$PROM = 78,125$$

En la **tabla 4**, el análisis de varianza describe que existe una significancia entre tratamientos y no significancia entre bloques. El coeficiente de variabilidad es de 6,02 % y coeficiente de determinación de 85,59 % corroborando la exactitud de los datos tomados en campo ya que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por (Calzada, 1970).

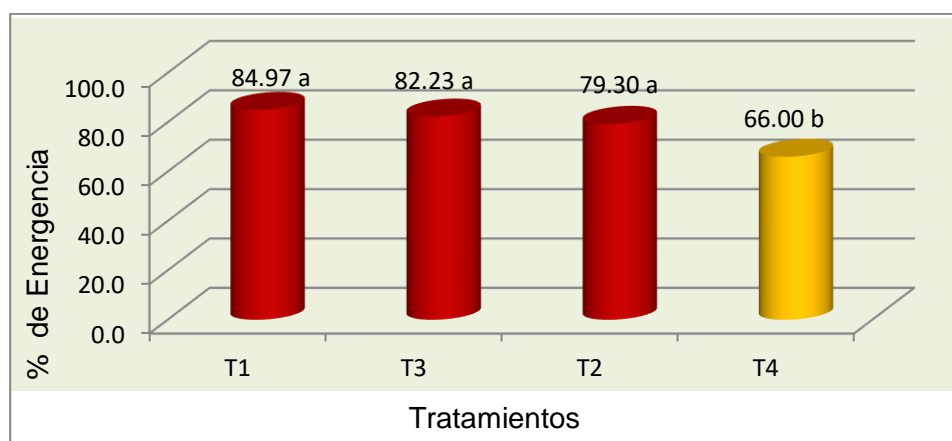


Figura 7: Prueba de Duncan para porcentaje de emergencia ($P<0,5$).

La prueba de Duncan para la emergencia de plantas a los 10 días de la siembra (**figura 7**), nos indica que el tratamiento T₁ (Eritrina) fue el que obtuvo mayor emergencia de plantas con un promedio de 84,97% superando significativamente a los demás tratamientos; T₃ (Maleza) con 82,23%; T₂ (kudzu) con 79,30% y al T₄ (testigo) con 66,00 % plantas por tratamiento.

La mayor emergencia se observó en los tratamientos que tuvieron solarización y biofumigación se debe a la menor población de microorganismos parásitos que afectan durante la pre emergencia y post emergencia de la semilla del *Coriandrum sativum* L., a mejor retención del agua y aporte nutricional por el incremento de la materia orgánica al momento de la biofumigación corroborado por (Beteta, 2003).

b.- Altura de la plántula a la cosecha.:

Tabla 5 *Análisis de varianza para número de plantas por hoyo.*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT(0,05-0,01)
Bloques	2	3,860	1,930	2,40	0,1719 NS
Tratamientos	3	25,557	8,519	10,50	0,0083 **
Error	6	4,833	0,905		
TOTAL	11	32,250			

$R^2=85,89\%$ $CV=8,672\%$ $S_x=0,897$ $PROM=10,35$

En la tabla 5, el análisis de varianza describe que existe una alta significancia entre tratamientos y no significancia entre bloques. El coeficiente de variabilidad es de 8,672 % y coeficiente de determinación de 85,89 % corroborando la exactitud de los datos tomados en campo ya que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por (Calzada, 1970).

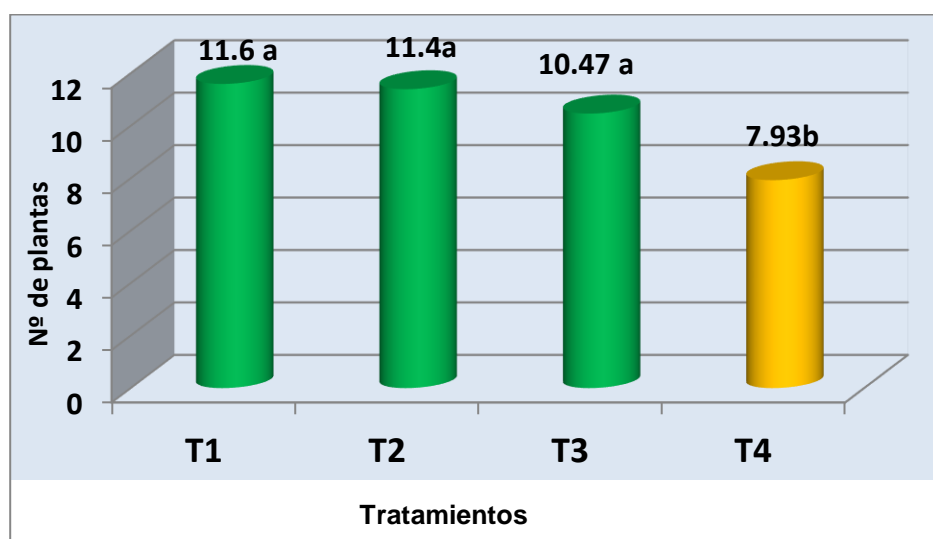


Figura 8: Prueba de Duncan para número de plantas por hoyo ($P<0,5$).

Figura 8, prueba de Duncan para número de plantas por golpe a los 45 días de la siembra (momento de la cosecha) nos indica que los tratamientos T₁, T₂ y T₃ con promedios de 11,6; 11,4 y 10,47 plantas por hoyo de cada tratamiento respectivamente son estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes obtuvieron mejores resultados a comparación del tratamiento T₄ con 7,93 plantas por golpe.

Los tratamientos que tuvieron buena densidad poblacional que no permitió el efecto de competencia entre ellas por agua, luz y nutrientes; por lo tanto tuvieron mejor vigor de tallo y hojas de la planta del culantro, este hecho no permite condiciones favorables para el desarrollo de chupadera fungosa y marchitez por *Fusarium solani* y *Fusarium oxysporum* corroborada por Flores (1997), a esto se suma el efecto de la disminución de nemátodos fitoparásitos, de bacterias y hongos fitopatógenos que causan enfermedades al cultivo tal como se observó en las Figuras comparadas 1 con el 2, el 3 con el 4 y 5 con el 6 de las poblaciones de microorganismos evaluadas antes y después de la solarización y biofumigación, demostrando que es el mejor tratamiento que controla a las especies de *Fusarium* sp., comparando con los estudios realizados por Flores (1997); Inga (2000) y Beteta (2003).

c.- Desarrollo normal de la planta de culantro.:

Tabla 6 *Análisis de varianza para altura de plantas.*

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0,05-0,01)
Bloques	2	0,741	0,371	0,36	0,710 NS
Tratamientos	3	23,948	7,983	7,81	0,017 *
Error	6	6,133	1,022		
Total	11	30,822			

R²=80,10%

CV=3,93%

S_x=1,011

PROM =25,73cm

En la tabla 6, el análisis de varianza describe que existe una significancia entre tratamientos y no significancia entre bloques. El coeficiente de variabilidad es de 3,93 % y coeficiente de determinación de 80,10 % corroborando la exactitud de los

datos tomados en campo ya que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por (Calzada, 1970).

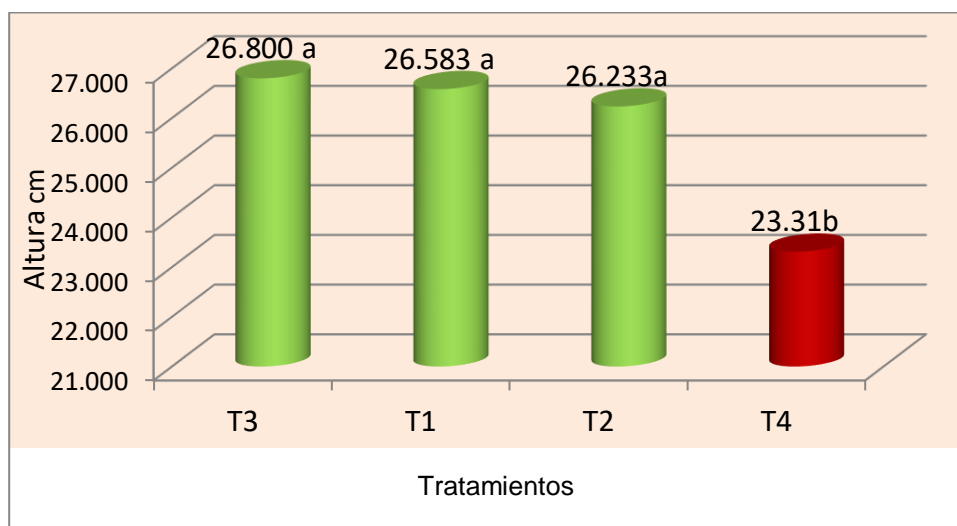


Figura 9: Prueba de Duncan para Altura de Plantas ($P < 0,5$).

Figura 9, prueba de Duncan para altura de plantas por golpe a los 45 días de la siembra (momento de la cosecha) indicándonos que los T₃; T₁; T₂ con promedios de 26,800; 26,583; 26,233 cm. respectivamente son estadísticamente iguales, pero numéricamente diferentes obtuvieron mejores resultados a comparación del tratamiento T₄ con 23.31 cm.

El tratamiento de solarización y biofumigación con malezas (T₃) con un promedio de 26,800, obtuvo mayor altura, esto se debe al contenido normal de N, el alto contenido de P y muy alto contenido de K, ha influido en el movimiento de las proteínas funcionales y estructurales, unidos al movimiento del potasio; pero no se diferenciaron con los tratamientos de eritrina (T₁) y kudzu (T₂) estos tratamientos también ha mejorado el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio como se observa en la tabla 3, de los análisis físico químico del suelo; mientras que el testigo (T₄) al contener mayor cantidad de nemátodos, bacterias y hongos fitoparásitos han disminuido su altura, a esto se suma el nivel de fertilidad de suelo.

d.- Rendimiento en kilogramos por hectárea:

Tabla 7 Análisis de varianza para rendimiento en kg/m² de los tratamientos

F de V	GL	SC	CM	FC	FT (0,05-0,01)
Bloques	2	0,121	0,061	4,06	0,0767 NS
Tratamientos	3	1,938	0,646	43,07	0,0002 **
Error	6	0,090	0,015		
Total	11	2,149			

R²=95.81% CV=6.97% S_x=0.122 PROM =1.757t/ha

En la **tabla 7**, indica el análisis de varianza que existe una alta significancia entre tratamientos y no significancia entre bloques. El coeficiente de variabilidad es de 6.97 % y coeficiente de determinación de 95,81% corroborando la exactitud de los datos tomados en campo ya que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por (Calzada, 1970).

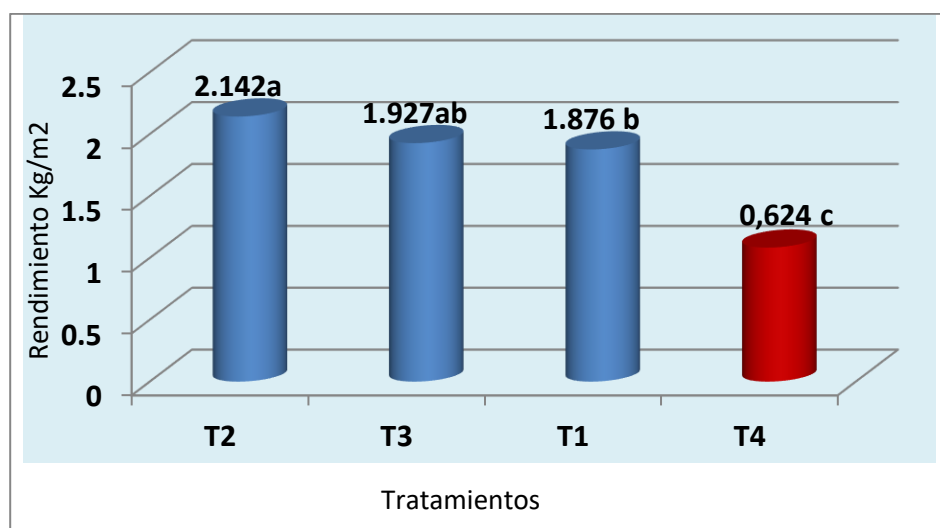


Figura 10: Prueba de Duncan para Rendimiento en kg/m² de los tratamientos (P<0,5)

Figura 10, Prueba de Duncan para el rendimiento de producción, indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos estudiados: T₁ (1,876 kg/m².), T₂ (2,142 kg/m².), T₃ (1,927 kg/m².), T₄ (0,624 kg/m².) el tratamiento T₂ (21.420 TM/Ha.) se encuentra dentro del rango de producción en forma experimental seguida del T₃ (19.270 TM/Ha.) y el T₁ (18.760 TM/Ha.) el último tratamiento está por

debajo del rango de producción del culantro (Beteta, 2003) T₄ (6.240 TM/Ha. Corroborado con (Peláez y Ruíz 2009).

e.-Análisis económico:

Tabla 8 *Análisis económico de los tratamientos estudiados*

Tratamientos	Rdto (kg.ha ⁻¹)	Precio de venta x kg. (S/.)	Beneficio bruto (S/.)	Costo de producción (S/.)	Beneficio neto (S/.)	C/B
T ₁ Eritrina (<i>Eritrina</i> sp.)	18760	1	18760	9670.71	9089.29	1.94
T ₂ Kudzu (<i>Pueraria phaseoloides</i> (Roxb)Benth).	21420	1	21420	9578.31	11841.69	2.24
T ₃ (Maleza)	19270	1	19270	8911.56	10358.44	2.16
T ₄ (Testigo)	6240	1	6240	4180.26	2059.74	1.49

En el análisis económico de los tratamientos evaluados **Tabla 8**, ha sido elaborado sobre la base del costo de producción, rendimiento y precio actual en el mercado local.

El rendimiento de culantro TM/Ha. varió entre 6.240 a 21.420 TM/Ha., los tratamientos que obtuvieron altos rendimientos son T₂ (21.420 TM/Ha.); T₃ (19.270 TM/Ha.) T₁ (18.760 TM/Ha.); esto se ha traducido a un mayor costo de producción, pero con un buen rendimiento y beneficio neto, así mismo con buena calidad de producto.

Los costos de producción del cultivo de culantro se incrementan en función de las diferentes aplicaciones de solarización y biofumigación al rendimiento obtenido por cada tratamiento estudiado.

En el tratamiento T₄ no se aplicó solarización, biofumigación, abono verde el costo de producción es de S/. 4 180,26 nuevos soles/Ha. siendo la más baja de los tratamientos aplicados solarización y biofumigación y abono verde; así mismo, no

se han obtenido utilidades ya que solo se tuvo una producción de 6.240 TM/Ha. los cuales están por debajo de los rendimientos de producción que son 9 TM/Ha. corroborado por Beteta (2003); Peláez y Ruíz (2009). Lógicamente de los demás tratamientos cuyos costos de producción se vieron incrementados por el costo de materiales para solarización y biofumigación (plástico transparente, tubos, abonos verdes).

El precio es impuesto por el comerciante debido a que no hay una competencia de producción en la zona; por lo que la mayoría del producto es traída fuera de nuestra región (Trujillo, Chiclayo, etc.).

CONCLUSIONES

1. La solarización y biofumigación con aplicación de abono verde; T₁: *Erythrina* sp., T₂: *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth y T₃: malezas (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensa* Chase, *Paspalum fasciculatum* Willd, *Cynodon dactylon* L., etc.), han mejorado la emergencia, altura de planta y el rendimiento de los tratamientos T₂ (21,420 TM/Ha.), T₃ (19,270 TM/Ha.) y el T₁ (18,760 TM/Ha.), esto se debe a la menor población de nemátodos bacterias y microorganismos que afectan durante la pre emergencia y post emergencia de la semilla del *Coriandrum sativum* L., a la mejor retención del agua y aporte nutricional por el incremento de la materia orgánica con respecto al T₄ con (6.240 TM/Ha.) que resultó con menor rendimiento de la hortaliza culantro para consumo en fresco.
2. Los efectos de la solarización y biofumigación con aplicación de abono verde; han reducido la población de los nemátodos, bacterias y hongos fitoparásitos en el suelo agrícola donde se cultivó el culantro, por lo tanto es la mejor alternativa de control sin daño al medio ambiente ya que en experiencias pasadas sobre control con el fumigante de suelo con formol (Inga, 2000) buscando control biológico con *Trichoderma* sp. *viridis* y *Trichoderma harzianum* y (Beteta, 2003) al aplicar fertilización con diferentes dosis NK no han encontrado rendimiento satisfactorio, que superaron los 7 t /ha. y de mala calidad de producto.
3. En cuanto al análisis económico se tuvo una relación b/c máximo de 2,24 con el tratamiento T₂, y el mínimo de 1,49 con referencia al tratamiento T₄. todos los tratamientos expresan relaciones b/c superiores a la unidad, que representan valores óptimos de rentabilidad en diferente escala.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la práctica de solarización y biofumigación con aplicación de abono verde T₂: *Pueraria phaseoloides* (Roxb)Benth, T₃: (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensa* Chase, *Paspalum fasciculatum* Willd, *Cynodon dactylon* L., etc.). a razón de 4 kg/m² para controlar las enfermedades: chupadera y marchitez del cultivo del culantro causado por las especies del género *Fusarium* sp. y al mismo tiempo mejorar la producción del cultivo.
2. Se recomienda la incorporación de malezas (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensa* Chase, *Paspalum fasciculatum* Willd, *Cynodon dactylon* L., etc.) como abono verde en el cultivo de culantro, ya que esto se encuentra en mayor disponibilidad dentro del mismo campo de cultivo y esto aminora los costos de producción para el agricultor al mismo tiempo podemos comparar en la tabla 8 del análisis económico en cuanto a la relación costo beneficio del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. (1995). Fitopatología. Edit. LIMUSA. S.A México pag. 745-760
- Agrios, G. (1996), Fitopatología. 2da edición en español traducida del Plant Pathology. Third Edithión traducida por Guzmán, M. Noriega editores. Pag. 267-269
- Apaza, E. (1999), Evaluación de la solarización en la desinfección de camas almacigueras para la producción de plantones de tabaco (*Nicotiane tadalum* L.) en San Martín – trabajo de investigación – UNSM – Tarapoto. Pag. 39.
- Bello, Díaz-Viruliche, I.; a. Pinilla; J.A. Y a. López-Pérez. (2000). Biominerales y efecto biofumigante de los abonos verdes. XXXII Annual Meeting of the Orga nization of Nematologist of Tropical American (ONTA), April 16-20, 2000, Auburn, Alabama, USA. 51.
- Beteta, F. (2003). “Efecto de la Fertilización con NK para resistencia a *Fusarium*. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSM-T. Tarapoto – Perú. Pag. 40.
- Burges, L. W. (1998). General Ecology of the *Fusarium* sp. 225 – 235. In: Nelson, N.P., Toussou, T.A. and R.J. Cook (eds). *Fusarium Diseases, Biology and Taxonomy*. The Pensylvnia State University Press.
- Calzada, L. (1 970) “métodos estadísticos aplicados a la investigación.” Universidad nacional agraria La Molina Perú. Pág. 178.
- Cámara de Agricultura, (2002). III Censo Nacional Agropecuario (en línea). Ecuador. Consultado 20 de enero 2010. Disponible en: <http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm>.
- Cevallos, C. (2010), Manejo del cultivo de culantro (entrevista). El Quinche Ingeniero.
- Cerisola, C. (1999). Lecciones de Agricultura Biológica. Ediciones Mundi-Prensa. Pag. 135-142
- Ferrer. J. (2010) sección 02 tipos de investigación y diseño de investigación <http://metodologia02.blogspot.com/p/operacionalizacion-de-variables.html>

- Fishler A. Grinstein (2005), Short and long-term effects of soil solarization and crop sequence on Fusarium wilt and yield of cotton in Israel. *Phytopathology* 73, 1215-1219.
- Flores, E.J. (1997). Etiología de la Marchitez y muerte de culantro. UNSM – TARAPOTO pag. 8.
- García, J. (1999),” Identificación del agente causal de la marchitez y muerte de plántulas de culantro y daño económico en Lamas. Tesis de Ingeniero”. UNSM-T. Tarapoto – Perú. Documento sustentado por publicar. pag. 23.
- García J. (2003),” Identificación de los patógenos y daño económico de la muerte de plántulas de culantro” (*Coriandrum sativum* L.), Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSM-T. Tarapoto – Perú. Pag 28.
- Garibaldi Y Gullino. (1991). Calefacción solar (solarización) del suelo para el control de plagas del suelo. *Boletín fitopatología México D.F.* pag. 11, 17.
- Hidalgo W. (2003) Tesis efecto de tres niveles de cascarilla de arroz con coberturas en terrazas banco sobre el rendimiento del culantro (*Coriandrum sativum*) en Lamas TARAPOTO-FCA-UNSM. Pag. 33.
- Holdrige, (1975). “Ecología Basada en las Zonas de Vida”. San José – costa rica. IICA. 250 pag.
- Hortus. S.A. (1998). “Cartilla para el cultivo el culantro” Lima – Perú. s/p.
- Imida, (2008) Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agroalimentario “ensayos sobre eliminación de químicos residuales <http://www.imida.es/index.html>.
- Infoagro (2012). El cultivo de la col china. [Consulta 20 de Marzo de 2015], de [www.infoagro.com: http://www.infoagro.com/hortalizas/colchina.htm](http://www.infoagro.com/hortalizas/colchina.htm)
- Inga, B. M. (2000). Evaluación de los métodos físico químicos y biológicos para el control de Fusarium. Tesis de Ingeniero Agrónomo. UNSM-T. Tarapoto – Perú Trabajo de investigación – UNSM. – Tarapoto

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (Inta. (2004). “Control de Alternaria en culantro. (en línea). Consultado 2011. Disponible en: <http://www.inta.gob.ar/montecarlo/INFO/documentos/fruticultura/Alternaria%20CM31.pdf>.
- Labrador, M. J. (1996). La Materia Orgánica en los Agro sistemas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España - Ediciones Mundi-Prensa.
- López-Pérez, A. (2004). Biominerales y efecto biofumigante de los abonos verdes. XXXII Annual Meeting of the Organization of Nematologist of Tropical American (ONTA), April 16-20, 2000, Auburn, Alabama, USA. 51.
- López Pinilla, J. (2002). solarización y efecto biofumigante de los abonos verdes, universidad autónoma de México. <http://www.scielo.org.ve/pdf/ba/v25n1/art08.pdf>
- Hassler M., May-(2018) Anti - anxiety activity of *Coriandrum Sativum*. <http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/44a750ac4027a429ba5257e33ac13967/common/63a0bf65b34f09ef89fb3af5149c0a53>.
- Maldonado, V. S. D. (2007), “Malezas Tropicales Comunes en los Cultivos” Tarapoto-Perú. Folleto UNSM. Pag. 2.
- Morales-Payán J. P., Brunner B., Flores L. y Martínez S., 2011. Hoja informativa, Proyecto de agricultura orgánica, cilantrillo. <http://prorganico.info/culantro.pdf>.
- Morales, J.P. (2005). FDA., Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. Cultivo de cilantro, cilantro ancho y perejil. Boletín técnico N° 25 (en línea). Rep. Dominicana. Consultado 15 de diciembre 2009. Disponible en: <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/cilantro.pdf>.
- Peláez, J. y Ruíz, P. (2009). Boletín N° 05 El cultivo del culantro; Universidad Nacional De San Martín, Facultad De Ciencias Agrarias – Tarapoto. Pag. 3.
- Pizango, J. E. (2003). Vaporización como alternativa al uso de bromuro de metilo en la desinfección de camas almacigueras en la producción de plantones de tabaco.

Universidad Nacional De San Martín, Facultad De Ciencias Agrarias – Tarapoto.
Pag. 39.

Ploeg. (2000). Biofumigation and integrated pest management *In*: Tabaco – trabajo de investigación – UNSM – Tarapoto.

Pontificia Universidad Católica – Chile. (PUCC) (2003). “Hortalizas”. www.puc.cl/

Puga, B. (2000). Evaluación de un sistema y beneficio de semillas de cilantro (*coriandrum sativum* L.). Ediciones Unapal. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia pag. 97.

Romero, J. (2002) solarización para el tratamiento de patógenos y nemátodos en suelos agrícolas. La Molina Lima- Peru. pag. 17- 25

Rose Heany y Fenwick (1998). Biofumigation and integrated pest management. *In*: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1004364713152>.

Silva, G. (2001) “Gramíneas y Leguminosas Forrajeras para la Selva Peruana”. Tarapoto – Perú.

Thomas, W. (1997). Impacto ambiental de bromuro de metilo. En Alternativas al Bromuro de Metilo en Agricultura https://www.researchgate.net/publication/39452717_Biofumigacion_y_biosolarizacion_en_el_control_del_tomv_una_buena_alternativa_al_bromuro_de_metilo

Valdivieso, C. (1995). Utilización de la vicia y la arveja como abono verde en la producción de maíz, poroto y zapallo. CET-Chile, Agroecología y Desarrollo. Pag. 54-57

Vallejo, F.A. & Estrada, E.I. (2004). Producción de hortalizas de clima cálido. Ediciones Mundi – Prensa, S.A. Cali, Universidad Nacional de Colombia. pag. 291-311.

Villalobos, La Casa, Gonzáles Varo, Monserrat y García, 2002. Cultivo intercalado y control de plagas en horticultura ecológica, La Alberca España. Pag. 268

- Zanón, A. MJ. (2009). Efecto de la biofumigación y biosolarización en el control de agentes fitopatógenos Jordá Gutiérrez, MC. <https://riunet.upv.es/handle/10251/7322>.
- Zapata, A. & García, J.R. (2002). Evaluación agronómica de sistemas de siembra para la producción de follaje en cilantro, *Coriandrum sativum* L. Colombia. Pag. 75.

ANEXOS

Anexo 1 *Resultado de análisis nematológico en 100 cc de suelo en 48 horas:*

RESULTADO DE ANÁLISIS NEMATOLÓGICO INICIAL				
NEMATODOS TTOS	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Rhabditido</i>	18	47	18	11
<i>Meloidogyni</i>	16	16	16	2
<i>Rhadophulus</i>	13	0	7	0
<i>Helicotylenchulus</i>	7	0	2	0
<i>Trichodorus</i>	7	2	0	0
<i>Aphelenchus</i>	2	2	2	0
<i>Bursaphelenchus</i>	4	0	4	0
<i>Mononchus</i>	4	0	2	0
<i>Rotylenchulus</i>	4	4	0	0

Anexo 2 *Cantidad de Colonias de Bacterias en 0,015 g de suelo*

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
331	411	454	255

Anexo 3 Resultado de análisis micológico en 0,015 g de suelo antes de la biofumigación

TRATAMIENTOS	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Fusarium oxysporum</i>	9	2	3	11
<i>Penicillium</i> sp	2	0	0	5
<i>Aspergillus niger</i>	9	13	9	4
<i>Rhizoctonia solani</i>	2	7	3	1
<i>Cladosporium</i> sp	1	0	1	0
<i>Trichoderma</i> sp	0	1	1	2
<i>Aspergillus flavus</i>	0	3	0	0
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0	0	1	1
<i>Aspergillus</i> sp	0	1	0	0
<i>Gliocladium</i> sp	1	0	0	0
<i>Mucor</i> sp	1	0	0	1
<i>Ganoderma</i> sp	0	0	0	0
<i>Pythium</i> sp	0	0	0	1

Anexo 4 Resultado de análisis nematológico en 100 cc, de suelo

RESULTADO DE ANALISIS NEMATOLOGICO						
NEMATÓDOS		TTOS	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
	<i>Rhabditido</i>		2	2	2	4
	<i>Meloidogyni</i>		0	2	0	0
	<i>Rhadophulus</i>		0	0	0	0
	<i>Helicotylenchulus</i>		0	0	0	0
	<i>Trichodorus</i>		0	0	0	0
	<i>Aphelenchus</i>		2	0	0	0
	<i>Bursaphelenchus</i>		0	0	0	0
	<i>Mononchus</i>		0	0	0	0
	<i>Rotylenchulus</i>		0	0	0	0

Anexo 5 Resultado de análisis bacteriológico en 0,015 g de suelo

T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
499	307	331	497

Anexo 6 resultado de análisis micológico en 0,015 g de suelo

TTOS	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
<i>Fusarium oxysporum</i>	2	3	2	0
<i>Aspergillus niger</i>	9	4	9	0
<i>Rhizoctonia</i> sp	3	1	2	1
<i>Cladosporium</i> sp	1	0	0	0
<i>Trichoderma</i> sp	0	0	0	1
<i>Aspergillus flavus</i>	0	0	0	2
<i>Rhizopus stolonifer</i>	1	1	1	15
<i>Aspergillus</i> sp	0	0	3	0
<i>Mucor</i> sp	0	0	0	0
<i>Ganoderma</i> sp	0	0	0	1
<i>Pythium</i> sp	0	0	1	0
<i>Fusarium</i> sp	1	0	0	0
<i>Verticillium</i> sp	0	0	0	0
<i>Phytophthora</i>	0	0	1	0
<i>Pyrogeno</i> sp	0	0	0	0

Anexo 7 Costo de producción/Ha solarizado y biofumigado y aplicando abono verde eritrina (T₁)

DESCRIPCIÓN	COSTO DE PRODUCCIÓN DE CULANTRO			
ESPECIFICACIONES	UNID.	CANT.	P. UNIT. S/.	P. TOTAL S/.
A). COSTOS DIRECTOS				
1. Preparación del terreno				1492.50
Muestreo de suelo	Jornal	0.50	25.00	12.50
Mecanización	H / Maq	6.00	80.00	480.00
Parcelación e instalación del sistema de riego y cobertura.	Jornal	20.00	25.00	500.00
Preparación y acondicionamiento de la cobertura.	Jornal	4.00	25.00	100.00
Transporte de cobertura	Flete	4.00	100.00	400.00
2. Siembra	Jornal	25.00	25.00	625.00
3. Labores culturales				575.00
Control fitosanitario	Jornal	8.00	25.00	200.00
Riego.	Jornal	15.00	25.00	375.00
4. Herramientas y materiales				3771.70
Machete	Unidad	0.10	12.00	1.20
Palana	Unidad	0.10	25.00	2.50
Rastrillo	Unidad	0.10	25.00	2.50
Wincha de 5m	Unidad	1.00	5.00	5.00
Sacos de polietileno	Unidad	88.00	1.00	88.00
Manguera	Metro	150.00	1.50	225.00
Rafia.	Rollo	5.00	2.00	10.00
Plástico blanco transparente	rollo	25.00	550.00	3437.50
5. Insumos.				960.00
Semilla	Kg	8.00	20.00	160.00
Abono foliares	Lt	8.00	0.00	0.00
Fungicidas	Kg	1.00	0.00	0.00
Abono verde (eritrina)	Tm	4.00	200.00	800.00
6. Equipos				56.00
Bomba mochila	Unidad	0.20	240.00	48.00
Balanza	Unidad	0.20	40.00	8.00
7. Análisis de suelo	Unidad	4.00	20.00	80.00
8. Transporte de cascarilla	m3	20.00	50.00	1000.00
9. cosecha	Jornal	26.00	25.00	650.00
Total costo directo				9212.20
B. COSTOS INDIRECTOS				
1. Costos Administrativos 5%				
Costo directo.				460.51
TOTAL COSTO INDIRECTO				
Costo Total				9670.71

Anexo 8 Costo de producción/Ha solarizado y Biofumigado y aplicando abono verde kudzu (T₂)

DESCRIPCIÓN	COSTO DE PRODUCCIÓN DE CULANTRO			
ESPECIFICACIONES	UNID.	CANT.	P. UNIT. S/.	P. TOTAL S/.
A). COSTOS DIRECTOS				
1. Preparación del terreno				1292.50
Muestreo de suelo	Jornal	0.50	25.00	12.50
Mecanización	H / Maq	6.00	80.00	480.00
Parcelación e instalación del sistema de riego y cobertura.	Jornal	20.00	25.00	500.00
Preparación y acondicionamiento de la cobertura.	Jornal	4.00	25.00	100.00
Transporte de cobertura	Flete	4.00	50.00	200.00
2. Siembra	Jornal	25.00	25.00	625.00
3. Labores culturales				575.00
Control fitosanitario	Jornal	8.00	25.00	200.00
Riego.	Jornal	15.00	25.00	375.00
4. Herramientas y materiales				3783.70
Machete	Unidad	0.10	12.00	1.20
Palana	Unidad	0.10	25.00	2.50
Rastrillo	Unidad	0.10	25.00	2.50
Wincha de 5m	Unidad	1.00	5.00	5.00
Sacos de polietileno	Unidad	100.00	1.00	100.00
Manguera	Metro	150.00	1.50	225.00
Rafia.	Rollo	5.00	2.00	10.00
Plástico blanco transparente	rollo	25.00	550.00	3437.50
5. Insumos.				960.00
Semilla	Kg	8.00	20.00	160.00
Abono foliares	Lt	8.00	0.00	0.00
Fungicidas	Kg	1.00	0.00	0.00
Abono verde (kudzu)	Tm	4.00	200.00	800.00
6. Equipos				56.00
Bomba mochila	Unidad	0.20	240.00	48.00
Balanza	Unidad	0.20	40.00	8.00
7. Análisis de suelo	Unidad	4.00	20.00	80.00
8. Transporte de cascarilla	m3	20.00	50.00	1000.00
9. cosecha	Jornal	30.00	25.00	750.00
Total costo directo				9122.20
B. COSTOS INDIRECTOS				
1. Costos Administrativos 5%				456.11
TOTAL COSTO INDIRECTO				
Costo Total				9578.31

Anexo 9 Costo de producción/Ha solarizado biofumigado y aplicando abono verde maleza disponible en campo (T₃)

DESCRIPCIÓN	COSTO DE PRODUCCIÓN DE CULANTRO			
ESPECIFICACIONES	UNID.	CANT.	P. UNIT. S/.	P. TOTAL S/.
A). COSTOS DIRECTOS				
1. Preparación del terreno				1142.50
Muestreo de suelo	Jornal	0.50	25.00	12.50
Mecanización	H / Maq	6.00	80.00	480.00
Parcelación e instalación del sistema de riego y cobertura .	Jornal	20.00	25.00	500.00
Preparación y acondicionamiento de la cobertura.	Jornal	2.00	25.00	50.00
Transporte de cobertura	Flete	1.00	100.00	100.00
2. Siembra	Jornal	25.00	25.00	625.00
3. Labores culturales				575.00
Control fitosanitario	Jornal	8.00	25.00	200.00
Riego.	Jornal	15.00	25.00	375.00
4. Herramientas y materiales				3773.70
Machete	Unidad	0.10	12.00	1.20
Palana	Unidad	0.10	25.00	2.50
Rastrillo	Unidad	0.10	25.00	2.50
Wincha de 5m	Unidad	1.00	5.00	5.00
Sacos de polietileno	Unidad	90.00	1.00	90.00
Manguera	Metro	150.00	1.50	225.00
Rafia.	Rollo	5.00	2.00	10.00
Plástico blanco transparente	rollo	25.00	550.00	3437.50
5. Insumos.				560.00
Semilla	Kg	8.00	20.00	160.00
Abono foliares	Lt	8.00	0.00	0.00
Fungicidas	Kg	1.00	0.00	0.00
Abono verde (maleza)	Tm	2.00	200.00	400.00
6. Equipos				56.00
Bomba mochila	Unidad	0.20	240.00	48.00
Balanza	Unidad	0.20	40.00	8.00
7. Análisis de suelo	Unidad	4.00	20.00	80.00
8. Transporte de cascarilla	m3	20.00	50.00	1000.00
9. cosecha	Jornal	27.00	25.00	675.00
Total costo directo				8487.20
B. COSTOS INDIRECTOS				
1. Costos Administrativos 5%				424.36
Costo directo.				
TOTAL COSTO INDIRECTO				

Costo Total	8911.56
-------------	----------------

Anexo 10 Costo de producción/Ha sin solarización y biofumigación y sin la aplicación de abono verde alguno (T₄)

DESCRIPCIÓN	COSTO DE PRODUCCIÓN DE CULANTRO			
ESPECIFICACIONES	UNID.	CANT.	P. UNIT. S/.	P. TOTAL S/.
A). COSTOS DIRECTOS				
1. Preparación del terreno				1105.00
Muestreo de suelo	Jornal	1	25.00	25.00
H /				
Mecanización	Maq	6	80.00	480.00
Parcelación e instalación del sistema de riego y cobertura.	Jornal	20	25.00	500.00
Preparación y acondicionamiento de la cobertura.	Jornal	2	25.00	50.00
Transporte de cobertura	Flete	1	50	50.00
2. Siembra	Jornal	25	25	625.00
3. Labores culturales				575.00
Control fitosanitario	Jornal	8	25	200.00
Riego.	Jornal	15	25	375.00
4. Herramientas y materiales				346.20
Machete	Unidad	0.1	12	1.20
Palana	Unidad	0.1	25	2.50
Rastrillo	Unidad	0.1	25	2.50
Wincha de 5m	Unidad	1	5	5.00
Sacos de polietileno	Unidad	29	1	29.00
Manguera	Metro	150	1.5	225.00
Rafia.	Rollo	5	2	10.00
5. Insumos.				40.00
Semilla	Kg	2	20	40.00
Abono foliares	Lt	8	0	0.00
Fungicidas	Kg	1	0	0.00
6. Equipos				56.00
Bomba mochila	Unidad	0.2	240	48.00
Balanza	Unidad	0.2	40	8.00
7. Análisis de suelo	Unidad	4	20	80.00
8. Transporte de cascarilla	TM	20	50	1000.00
9. cosecha	Jornal	9	25	225.00
Total costo directo				3981.20
B. COSTOS INDIRECTOS				
1. Costos Administrativos 5%				199.06
costo directo.				
TOTAL COSTO INDIRECTO				

Costo Total

4180.26Anexo 11 *Diseño de parcela*

B I	B II	B III
T ₄	T ₁	T ₄
T ₃	T ₂	T ₃
T ₁	T ₃	T ₂
T ₂	T ₄	T ₁

LEYENDA

- **T₁**: incorporación de eritrina (*eritrina* sp.) (1 saco por sub parcela 20 kg.).
- **T₂**: incorporación de kudzu (*Pueraria Phseoloides* (Roxb.) Benth) (1 saco por sub parcela 20 kg.).
- **T₃**: incorporación de malezas (*Portulaca oleracea* L., *Brachiaria extensa* Chase, *Paspalum fasciculatum* Willd, *Cynodon dactylon* L., etc.) (1 saco por sub parcela 20 kg.).
- **T₄**: sin incorporación de abono verde (testigo)

